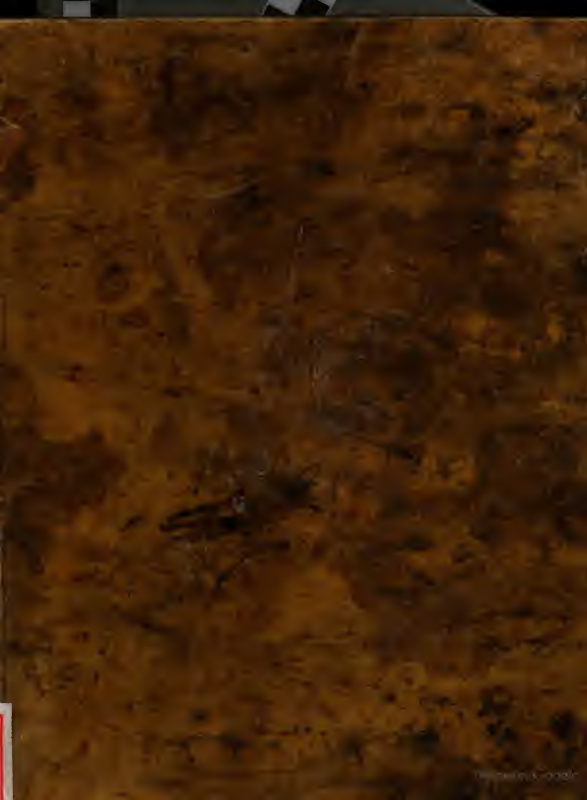
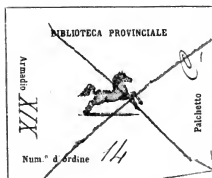






B Prov.
XII
387

110

9

10

64444

DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI ACQUIDOTTI

CONSTRUTTI SINO AI GIORNI NOSTRI

CONFERMATA

DELLA LEGGI O COSTITUZIONI IMPERIALI SU GLI ACQUIDOTTI

D'UN SUNTO IDRAULICO

MEMORIA

DI GIOVANNI RONDELET

Architetto, Cavaliere della Legione d'onore; Membro dell'Istituto di Francia; Membro onorario del Comitato consultivo delle fabbriche della Corona; Ispettore generale onorario dei Lavori pubblici, e Membro onorario del Consiglio dei Fabbricati civili presso il Ministro dell'Interno; Professore emerito di Costruzione alla Scuola Reale di Belle Arti; Socio dell'Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Lione; Membro onorario dell'Accademia di S. Luca a Roma; Socio libero dell'Accademia Imperiale di Pietroburgo e di molte altre dotte Società.

STESA IN APPENDICE AL COMMENTARIO

DI SESTO GIULIO FRONTINO

SU GLI ACQUIDOTTI DI ROMA



MANTOVA

PRESSO GLI EDITORI FRATELLI NEGRETTI

MDCCCLXI



Prefazione

I Commentari su gli acquidotti di Roma di Giulio Sesto Frontino (Julius Sextus Frontinus) e non Frontin, come dicon taluni, forse per la smania di far capitar tutto dalla Francia, sono un' opera pregevolissima conosciuta da chiunque appena appena si occupi di cose idrauliche ed anche da quelli che posero qualche diligenza nello studio delle storie antiche.

Rondelet comprese tutto il pregio di siffatta opera, e portando la forza del suo ingegno e la profondità delle sue disquisizioni

in tal lavoro, ne dilucidò le parti importanti e vi aggiunse quelle nozioni storiche, que' calcoli, che lo rendono adesso adatto alla intelligenza di ognuno.

A detta di Poleni questo Commentario di Frontino fu composto l'anno di Roma 853, sotto l'impero di Nerva, che corrisponderebbe all'anno 100 dell'era volgare, opinione poco probabile perchè lo stesso autore asserisce averlo scritto verso il cominciare della sua amministrazione.

In ogni modo non fa bisogno dimostrare come un' opera scritta in sì remoti tempi dovesse nel suo complesso lasciar molto e moltissimo a desiderare ai dì nostri: per la qual cosa lo stesso Rondelet imprese a corredarla della descrizione dei principali acquidotti eretti sino ai giorni nostri, delle leggi o costituzioni imperiali e massimamente d'un sunto idraulico, che opportunamente applicato, offre la teorica di siffatte costruzioni e rischiera una importantissima parte dell'Architettura Pratica Idraulica.

Nostro scopo fu di raccogliere in questa Memoria tutto quanto su gli acquidotti antichi e nuovi è dovuto alla penna del Rondelet, riportando, ben ci si intende, i passi più importanti di Frontino, che il chiaro Francese illustrò, aggiugnendo nozioni preliminari sulle unità di peso, di misure, sulle monete e sul modo di contar dei Romani.

Le Tavole nelle quali pure abbiamo posto la massima diligenza, furon tratte in gran parte dall'opera del Piranesi e del Fabretti, e nessuna tralasciammo di quelle colle quali Rondelet arricchiva l'edizione del Frontino.

Fuorchè pel Sunto Idraulico, credemmo anche savio consiglio,

ad imitazione di quanto lo stesso Rondelet eseguì per alcune , di raccogliere la spiegazione di tutte le Tavole in un solo corpo, massimamente che molte fanno parte da sè , e, tranne l'indicazione, non trovano corrispondenti dilucidazioni nel testo.

Chi poi bramasse avere sott'occhio i *Commentari di Frontino*, che servirono di base a questo lavoro, può consultare le edizioni seguenti:

Un' antichissima edizione di Pomponio e di Sulpicio, stampata senza data nè nome di luogo, con un *Vitruvio*, col titolo: *Sexti Julii Frontini, viri consularis, de Aquis, quæ in urbem influunt: libellus mirabilis*, in 4.º

Quella del 1496, pubblicata da Poliziano, in 4.º

Quella del 1513, riveduta e corretta da Giocondo, in 8.º

Quella del 1522 e 23, pubblicata a Firenze, dagli eredi di Filippo Giunti, in 8.º

Quella del 1530, pubblicata a Basilea, coi frammenti di parecchi antichi autori.

Quella del 1543, col *Vitruvio*, pubblicata a Strasburgo, in 4.º, da G. Macheropio.

Quella del 1550, in 8.º, dello stesso editore.

Quella del 1558, coi *Commentari sulla repubblica romana*, di Onofrio Pavino, in 8.º

Quella del 1607, con *Vegezio* ed altri autori antichi, che trattarono di cose militari, pubblicata da Pietro Scriverio.

Quella del 1661, Amsterdam, Gian Waesberge, in 8.º

Quella del 1697, stampata nel *Tesoro delle Antichità Romane*, di Giorgio Grevio.

Quella del 1722, Padova, Gian Manfredi, in 4.º

Quella del 1788, con note di Corradino Allio, Venezia in 4.^o

Quella del 1792, ad Altona, da Alder, in 8.^o

Quella del 1805 a Perugia, pubblicata da Carlo Baduel.

*Quella nel 1820 pubblicata per cura del Rondelet, e che
servì per la riduzione di questa Memoria.*

GLI EDITORI.

Descrizione
DEI PRINCIPALI ACQUIDOTTI

IN APPENDICE
al *Commentario di S. C. Frontino*
SU GLI ACQUIDOTTI DI ROMA

MILANO. — COI TORCHI DI GASPARE TRUFFI.

NOZIONI PRELIMINARI

ARTICOLO PRIMO

Degli acquidotti.



1. Gli acquidotti degli antichi sono canali di muratura per condur l'acqua con un uniforme pendio. Esigeva talvolta la loro esecuzione si praticassero sotto terra o si innalzassero sopra sustruzioni od archi a mantenere l'uniformità del pendio ne' luoghi bassi e nelle valli che dovevano attraversare.

2. I Romani, che per la nettezza e la salubrità avevano bisogno di acque abbondanti nulla trascurarono per procacciarsene; indipendentemente dagli acquidotti di Roma ne hanno costruito in quasi tutte le grandi città del loro impero.

Dionigi d'Alicarnasso, storico greco, venuto a Roma ai tempi di Giulio Cesare, ne dice come le opere che più eccitarono la sua ammirazione, fossero le grandi strade militari, gli acquidotti e le chiavi-
che di Roma. Plinio, naturalista, annoverava queste opere grandi fra le meraviglie dell'universo.

3. Frontino nella sua opera descrive i nove acquidotti, che trovavansi in Roma ai tempi suoi, indica per ciascuno il luogo della sorgente d'onde trae le acque, la sua distanza da Roma, la lunghezza degli acquidotti tanto in canali sotterranei che sopra terra, sia in sustruzioni che in archi; la quantità d'acqua che somministravano, e come fosse distribuita, il nome di chi li avea fatti costruire, e le spese cagionate, e il frutto che dalla vendita delle acque ricavano i particolari indipendentemente dalle acque pubbliche.

4. Parla della amministrazione e della distribuzione dell'acqua, del numero degli uomini adoperati alla manutenzione degli acquidotti, delle leggi, dei senatus-consulti e dei regolamenti emanati per conservarli.

ARTICOLO II.

Misure adoperate da Frontino.

5. Queste misure sono il passo geometrico, formato di 5 piedi romani; il piede romano e sue parti, il quinario e i diversi altri moduli che servivano a calcolare le quantità d'acqua.

6. I dotti e i metrologi non consentono sulla grandezza del piede romano: gli uni gli assegnano più di 11 pollici del piede parigino e gli altri meno: le ragioni addotte da una parte e dall'altra non essendo di tal peso da far tenere come vera quella da loro proposta, ho creduto bisognasse dare la preferenza al piede antico scolpito in Campidoglio, lungo 10 pollici 11 linee e $\frac{1}{2}$ del piede parigino, corrispondente a 297 millimetri delle nuove misure. Dal che si ha un metro e 485 millimetri pel passo romano, e 1485 metri il miglio.

7, 8. Per dare un'idea della importanza degli acquidotti descritti da Frontino, indicheremo la lunghezza di ciascuno, tanto in costruzioni sotterranee che in sostruzioni ed archi.

Acquidotto dell'acqua <i>Appia</i>	11, 190 passi romani
Canale dell'acqua <i>Augusta</i> , in supplemento	6, 380
Acquidotto dell' <i>Anio</i> vecchio	43, 000
della <i>Marcia</i>	61, 710
della <i>Tepula</i> e della <i>Julia</i>	13, 426
dell'acqua <i>Vergine</i>	15, 510
dell' <i>Alsietina</i>	22, 172
d' un altr'acqua detta pure <i>Augusta</i>	00, 800
della <i>Claudia</i>	46, 406
del nuovo <i>Anio</i>	58, 700

Totale della lunghezza . . . 281, 294 passi romani, o 41 miriametri $\frac{22}{100}$, che corrispondono a 94 leghe di 25 al grado, o 107 leghe di posta. I tre quarti di questa lunghezza consistevano in condotti sotterranei a volta; dell'altro quarto un terzo od 8 leghe era ad archi ed il rimanente in sustruzioni.

Del piede romano e sue suddivisioni.

9. Il piede romano dividevasi, come dice Frontino, in 16 digiti o 12 once: ma per ben intendere la maniera di contar di Frontino, bisogna sapere che gli antichi Romani dividevano ogni unità

In una metà	detta <i>semis</i>
un terzo	detto <i>triens</i>
quarto	" <i>quadrans</i>
sesto	" <i>sextans</i>
dodicesimo	" <i>uncia</i>
trentaseiesimo	" <i>duella</i>
quarantottesimo	" <i>sicilicus</i>
settantaduesimo	" <i>sextula</i>
dugentottantesimo	" <i>scripulum</i>

Del quinario.

10. Il quinario era un modulo o tubo di bronzo, del diametro d'un dito e un quarto; il qual modulo serviva di unità di misura per la distribuzione delle acque degli acquidotti di Roma al tempo di Frontino, come la staza detta pollice d'acqua, serve per le acque di Parigi, ed ora l'oncia d'acqua per quelle di Roma.

11. I venticinque moduli di cui parla Frontino (1), prendevano

(1) 1.^a *Fistula quinaris*, di 5 digiti quadrati; diametro, *digiti* 1 e $\frac{1}{4}$; perimetro, *digiti* 3, once 11 e scripuli 3.

2.^a *Fistula senariis*, di 6 digiti quadrati; diametro, *digiti* 1 e $\frac{1}{2}$; perimetro, *digiti* 4, once 8 $\frac{1}{2}$ e scripuli 1.

3.^a *Fistula septenaria*, (non usata), di 7 digiti quadrati; diametro, *digiti* 1, once 9; perimetro, *digiti* 5 e $\frac{1}{2}$.

4.^a *Fistula octonaria*, di 8 digiti quadrati; diametro, *digiti* 2; perimetro, *digiti* 6 e $\frac{1}{4}$ e una duella.

5.^a *Fistula denaria*, di 10 digiti quadrati; diametro, *digiti* 2 e $\frac{1}{2}$; perimetro, *digiti* 7, once 10 e un sicilico.

6.^a *Fistula duodenaria*, (non usata), di 12 digiti quadrati; diametro, *digiti* 3; perimetro, *digiti* 9, once 5 e scripuli 2.

7.^a *Fistula quinquedenum*, di 15 digiti quadrati; diametro, *digiti* 3 e $\frac{3}{4}$; perimetro, *digiti* 11 e $\frac{3}{4}$ e una duella.

8.^a *Fistula vicenaria*, di 20 digiti quadrati; diametro, *digiti* 5; perimetro, *digiti* 15, once 8 e $\frac{1}{2}$.

il nome dal numero de' quarti di digito del loro diametro; così quello il cui diametro era di sei quarti di digito, era detto *sestario*, e quello che avea per diametro 10 quarti di digito era indicato sotto il nome di *denario*, e così di seguito fino al *vigenario*, il cui diametro era di ventiquattro digiti. Quanto ai moduli di maggior diametro si distinguevano pel numero de' digiti quadrati che comprendeva la superficie del loro orificio.

12. Nell'opera di Frontino la capacità del quinario è calcolata dalla superficie del suo orificio, che era di un digito e $\frac{5}{25}$. Questo valore del quinario preso per unità, divideasi come ogni altra specie di

9.^o *Fistula vicenumquinum*, di 25 digiti quadrati; diametro, digiti 5, once 7 e $\frac{1}{2}$, un sestulo ed uno scrupolo di digito; perimetro, digiti 17, once 8 e $\frac{1}{2}$ e un sicilico.

10.^o *Fistula tricenaria*, di 30 digiti quadrati; diametro, digiti 6, once 2 e un sestulo; perimetro, digiti 19, once 5.

11.^o *Fistula tricenumquinum*, di 35 digiti quadrati; diametro, digiti 6, once 8 e 3 scrupoli; perimetro, digiti 20, once 11 e $\frac{1}{2}$ ed un sicilico.

12.^o *Fistula quodragenaria*, di 40 digiti quadrati; diametro, digiti 7, un'uncia e $\frac{1}{2}$ ed un sestulo di digito; perimetro, digiti 22 ed once 5.

13.^o *Fistula quadragenumquinum*, di 45 digiti quadrati; diametro, 7 digiti e $\frac{1}{2}$, un'uncia e $\frac{1}{2}$ e una duella; perimetro, digiti 23 e $\frac{3}{4}$ ed una duella.

14.^o *Fistula quinquagenaria*, di 50 digiti quadrati; diametro, digiti 7, once 11 e $\frac{1}{2}$ ed un sicilico di digito; perimetro, digiti 25, una mezz'uncia e un sicilico di digito.

15.^o *Fistula quinquagenumquinum*, di 55 digiti quadrati; diametro, digiti 8 e $\frac{1}{2}$, un sicilico e $\frac{1}{6}$ di digito; perimetro, digiti 26, once 3 e $\frac{1}{2}$.

16.^o *Fistula sexagenaria*, di 60 digiti quadrati; diametro, digiti 8, once 8 e $\frac{1}{2}$, una duella ed uno scrupolo di digito; perimetro, digiti 27, once 5 e $\frac{1}{2}$.

17.^o *Fistula sexagenumquinum*, di 65 digiti quadrati; diametro, digiti 9, un'uncia e un sestulo di digito; perimetro, digiti 28, once 6 e $\frac{1}{2}$, un sicilico ed un sestulo.

18.^o *Fistula septuagenaria*, di 70 digiti quadrati; diametro, digiti 9, once 5 ed una duella; perimetro, digiti 29 e $\frac{1}{2}$.

19.^o *Fistula septuagenumquinum*, di 75 digiti quadrati; diametro, digiti 9 e $\frac{3}{4}$ ed un sicilico; perimetro, digiti 30 e $\frac{1}{2}$ ed una duella.

20.^o *Fistula octogenaria*, di 80 digiti quadrati; diametro, digiti 10 e $\frac{1}{2}$, una duella ed un sicilico di digito; perimetro, digiti 31 e $\frac{1}{2}$ ed una duella.

21.^o *Fistula octagenumquinum*, di 85 digiti quadrati; diametro, digiti 10, once 4 e $\frac{1}{2}$ ed una duella; perimetro, digiti 32 e $\frac{1}{4}$ ed un sestulo.

22.^o *Fistula nonagenaria*, di 90 digiti quadrati; diametro, digiti 10 e $\frac{1}{2}$, una duella e 3 scrupoli; perimetro, digiti 30, once 7, una duella ed un sicilico.

23.^o *Fistula nonagenumquinum*, di 95 digiti quadrati; diametro, digiti 11; perimetro, digiti 34 e $\frac{1}{2}$, una mezz'uncia ed un sestulo.

24.^o *Fistula centenaria*, di 100 digiti quadrati; diametro, digiti 11 e $\frac{1}{4}$, un sicilico e un sestulo; perimetro, digiti 34, once 5, un sicilico e un sestulo.

25.^o *Fistula centenumvicenum*, di 120 digiti quadrati; diametro, digiti 12 e $\frac{1}{3}$ ed una duella; perimetro, digiti 38 e once 10.

unità, in mezzo, terzo, quarto, sesto, dodicesimo, sedicesimo, ventiquattresimo, trentesimosesto, quarantottesimo, settantaduesimo e dugentottantesimo, come si vede indicato nella tabella seguente:

Nomi delle suddivisioni dell'unità del piede romano dal quinario e loro parti.	Aliquote dell'unità.	CALCOLAZIONI		
		dell'unità in scrupoli	pel piede romano in millimetri lineari	prendendo per unità il quinario espresso in millimetri quadrati.
In Istmo				
<i>As</i> unità	1	288	297,00	423,00
<i>Semis</i> metà	1/2	144	148,50	211,50
<i>Triens</i> terzo	1/3	96	99,00	141,00
<i>Quadrans</i> quarto	1/4	72	74,25	103,75
<i>Sextans</i> sesto	1/6	48	49,50	70,50
<i>Unca</i> dodicesimo	1/12	24	24,75	35,25
<i>Digitus</i> sedicesimo	1/16	18	18,55	26,44
<i>Semuncia</i> ventiquattresimo	1/14	12	12,37	17,62
<i>Duella</i> trentesimosesto	1/36	8	8,25	11,75
<i>Sicilius</i> quarantottesimo	1/48	6	6,19	8,81
<i>Sextula</i> settantaduesimo	1/72	4	4,13	5,87
<i>Scrupulum</i> dugentottantesimo	1/288	1	1,03	1,47

Altre frazioni dell'unità, non aliquote.

Nomi delle suddivisioni dell'unità del piede romano dal quinario e loro parti.	Frazioni dell'unità	CALCOLAZIONI		
		dell'unità in scrupoli.	pel piede romano in millimetri lineari	prendendo per unità il quinario espresso in millimetri quadrati.
In Istmo				
<i>Quincunx</i> cinque dodicesimi	5/12	120	123,75	176,25
<i>Septunx</i> sette dodicesimi	7/12	168	173,25	246,75
<i>Bes</i> otto dodicesimi o 2/3	8/12	192	198,00	282,00
<i>Dodrans</i> nove dodicesimi o 3/4	9/12	216	221,75	317,25
<i>Dextans</i> dieci dodicesimi o 5/6	10/12	240	247,50	352,50
<i>Deunx</i> undici dodicesimi	11/12	264	273,25	387,75
<i>As</i> unità	12/12	288	297,00	423,00

13. Per dare un esempio della maniera di calcolar di Frontino, citeremo quanto dice all'articolo XLII, all'occasione del modulo detto *ottonario*, perchè aveva otto quarti di digito di diametro, cioè

due digiti. Calcola il perimetro dell'orificio di questo tubo a sei digiti e un quarto ed una duella; prendendo il dito per un'unità di 288 scripuli, si ha:

pel quarto di dito	72 scripuli
per una duella	8

Totale . . . 80 scripuli

Cioè 6 digiti e 80 scripuli, o $\frac{80}{288}$, che si riducono a $\frac{5}{18}$; ma poichè il diametro è di due digiti, il perimetro dovrebbe essere $2 \times 3 \frac{1}{2}$ che dà 6 digiti e $\frac{2}{7}$ o 82 scripuli $\frac{2}{7}$, cioè 2 scripuli e $\frac{2}{7}$ di più che non porta il testo.

14. Frontino calcola la capacità di questo modulo a due quinarî e mezzo, una mezz'oncia e un siclico; prendendo il quinario per unità divisa in 288 scripuli, si ha

per un mezzo quinario	144 scripuli
una mezz'oncia	12
un siclico	6

Totale . . . 162 scripuli

il che dà 2 quinarî $\frac{162}{288}$, che si riducono a $\frac{9}{16}$. Il calcolo esatto non dà che 2 quinarî $\frac{161}{308}$. Si trovano somiglianti differenze in quasi tutti i calcoli di Frontino, o perchè abbia trascurate piccole frazioni o per error dei copisti che non gli hanno esattamente trascritti. Pure, siccome questi ragguagli sono fondati su calcoli, ho creduto non dover mettere qui che i veri risultamenti.

15. Il diametro dell'orificio del tubo quinario, sendo d'un dito e un quarto, il suo perimetro sarà $3 + \frac{13}{14}$, e la sua superficie $= 1 + \frac{51}{224}$ o 1,227.

Questa valutazione del quinario trovasi confermata dal calcolo che Frontino dà, articolo LXV (1), della sezione di acqua presa nel

(1) « Appiz in Commentariis adscriptus est modus quinariorum MCCCLXXX; ad caput
 « inveniri mensura non potuit, quoniam ex duobus rivis constat: ad Gemellas tamen,
 « qui locus est intra Spem-Veterem, ubi jungitur cum rama Augustae, invenit altitudinem
 « aequae pedes quinque, latitudinem pedis unius, ducantis: sunt areae pedes octo, do-
 « drans; centenariae XXI et quadragenariae quae efficiunt quinariorum MCCCLXXXIV; amplius,
 « quam in commentariis habent, quinariorum MCCCLXXXIII. Erogalet quinariorum octo; mi-
 « nus quam in Commentariis adscribitur, quinariorum CLXXXVII; et adhuc minus quam ad
 « Gemellas mensura respondet, quinariorum CCXXX. Intercedit tamen aliquantum et doctus vi-
 « tin, qui, cum sit depressior, non facile mentiones ostendit, quas esse ex eo apparet,
 « quod in plerisque urbis partibus praebita aqua observatur, id quod ex ea manet: sed

canale dell'acquidotto dell'Appia, al di sopra del serbatoio dei *Gemelli*, al di qua del tempio della Vecchia Speranza. Trovò che questa sezione avea un piede e $\frac{3}{4}$, o 28 digiti di larghezza, su 5 piedi di altezza, od 80 digiti, che producono una superficie di 2240 digiti quadrati, che calcola a 1825 quinari: ora dividendo 2240 per 1825, trovasi un digito e $\frac{21}{25}$ pel valore della superficie del tubo quinario, come già da prima l'abbiamo calcolato.

16. Se riduconsi in millimetri le misure di questa sezione d'acqua, si troverà per la sua larghezza 519 millimetri e $\frac{3}{4}$, e per la sua altezza 1485 millimetri, producenti una superficie di 771829 millimetri quadrati. Sendo questa superficie divisa per 1825, dà un po' meno di 423 millimetri quadrati per la superficie dell'orificio del tubo quinario, che serviva a misurar le acque a Roma al tempo di Frontino.

17. Il pollice d'acqua che serve di misura per le acque a Parigi è un orificio del diametro di 27 millimetri, la cui superficie è di 573 millimetri; dal che risulta che il rapporto dell'orificio del quinario sta a quello del pollice d'acqua come 423 a 573, sicchè ad eguale velocità, 573 quinari somministrerebbono 423 pollici d'acqua.

Ricerca sul quinario che serviva d'unità per la misura delle acque ai tempi di Frontino, e sui suoi rapporti coll'oncia d'acqua attuale di Roma e'l pollice d'acqua di Parigi.

18. Frontino all'articolo CXIII del suo Commentario sugli acquidotti di Roma, dice che i moduli o calici applicati ai serbatoi, o

• et quondam fistulas intra orbem illicitas deprehendimus. Extra urbem autem, propter pressuram librae, quae fit infra terram ad spatia pedibus 2, nullam accepit injuriam. »

L'acqua Appia è portata nei registri ad otto cento quarantotto quinari; al capo non poté trovarsi la misura, perchè consta di due canali: ai Gemelli però che è al di là di Speranza-Vecchia ove si congiunge col ramo d'Augusta, trovai l'altezza dell'acqua di cinque piedi, la larghezza d'un piede a tre quarti; formano piedi otto e tre quarti d'area; due mila duecentoquaranta digiti quadrati, che formano mille ottocento ventietto quinari, ottocentottantiquattro di più che nei commentarii. Mandava settecento quattro quinari, cioè cento trentasette meo che non è scritto nei commentarii, e mille e cento ventun quinari di meno che non dà la misura ai Gemelli. Deriva ciò forse dall'acquidotto che essendo fra i più bassi rende men facile lo scola; può però calcolarsi perchè se ne distribuisce in parecchi luoghi della città. L'eccesso della differenza può essere effetto di qualche derivazione, a il crediamo, perchè abbiamo scoperto in città certi tubi non autorizzati. Fuori della città però, la profondità del livello dell'acqua che colla sua origine trovasi a cinquanta piedi sotto terra, lo garantisce da ogni frode.

timi di distribuzione, dovevano essere collocati sur una stessa linea di livello, perchè ad orificio eguale, quello collocato più alto dà meno di quello collocato più in basso, per la ragione che la maggior pressione fa che l'acqua si precipita con maggior velocità nel calice inferiore che in quello al di sopra. La quale osservazione di Frontino prova aver egli riconosciuto che la maggiore o minor pressione al di sopra d'un modulo ne aumentava o diminuiva il prodotto (1).

19. I risultamenti dei prodotti o capacità di ognuno di questi moduli darebbero a credere se fossero i centri degli edificj collocati sur una stessa linea di livello, poichè queste capacità dovrebbero stare fra loro, astrazion fatta dagli attriti, nel rapporto delle superficie degli orifici o dei quadrati del loro diametro, come dimostrano i principj d'idrodinamica: d'onde deriva che se si giungesse a conoscere qual poteva essere l'altezza dell'acqua al di sopra del centro degli orifici dei diversi moduli di cui parla Frontino, potrebbesi da questi principj determinare la giusta quantità di acqua che ogni modulo somministrava in un dato tempo.

20. La quantità d'acqua che somministra in un dato tempo un modulo qualunque può essere considerata siccome un cilindro di cui l'edificio sarebbe la base, e la lunghezza sarebbe lo spazio percorso nel tempo determinato. Sicchè, conosciute la quantità d'acqua e la superficie dell'orificio, si troverà la velocità d'acqua dividendone la quantità per questa superficie, e conosciuta la velocità dell'acqua e la superficie dell'orificio, si avrà la quantità moltiplicando questa superficie per la velocità.

21. Il modulo di Parigi per la distribuzione delle acque ha un pollice di diametro: è collocato in modo che il centro del suo orificio sta a sette linee di distanza dalla superficie dell'acqua del serbatoio cui è adattato. Dà in questa situazione 672 pollici cubici al secondo: e però divisa tale quantità per l'area dell'orificio di que-

(1) « Circa collocandos quoque calices observari oportet, ut ad lineam ordinentur: nec alterius inferior calix, alterius superior ponatur. Inferior plus trahit; superior quia cursus aquae ab inferiore rapitur, minus ducit. In quorundam fistulis ne calices quidem positi fuerint: hae fistulae solutae vocantur, et, ut aquario libuit, laxantur, vel coarctantur. »

« Circa al collocare i calici deve osservarsi che si adattino ad un livello, nè uno sia più alto dell'altro nè più basso. L'inferiore dà di più: il superiore, perchè il corso d'acqua si precipita coo maggior forza nell'inferiore, dà meno. Io certi moduli non si posero calici: son detti liberi questi tubi, perchè a talento del meccanico dilatabili e restringibili. »

sto tubo che è di undici quattordicesimi di pollice quadrato, si troverà essere la velocità espressa dallo spazio di 14 pollici e un quarto per secondo.

22. Il modulo, detto a Roma oncia d'acqua, ha un'oncia di diametro ed un palmo e un quarto, o 15 once di lunghezza; è collocato in modo che il centro del suo orificio è a 15 once al di sotto della superficie dell'acqua del serbatoio, e dà in un minuto 4405 once; stando alle verificazioni fatte dal signor Prony, se dividendesi questo prodotto per la superficie dell'orificio, che è di undici quattordicesimi, si troveranno 3461 once, al minuto, o 57 once e mezza per secondo, o 39 pollici e 8 linee.

23. Egli è bene notare che il carico dell'oncia d'acqua di Roma è eguale alla lunghezza del modulo, e che Frontino dice all'articolo XXXVI, che la lunghezza dei moduli di bronzo, che servivano alla distribuzione delle acque di Roma, non dovea esser minore di 12 diti, il che potrebbe far presumere che i centri degli orificj di questi moduli fossero collocati come quelli dell'oncia d'acqua attuale, ad una distanza dalla superficie d'acqua de' serbatoi eguale alla lunghezza di questi moduli, cioè a 12 diti.

24. Stando a questa ipotesi il prodotto per un minuto dovea essere d'un piede e mezzo cubico romano.

25. Il valor del quinario poteva pur essere stato determinato da una misura di capacità degli antichi romani. Il che, dice Frontino all'articolo XXXIV, sembra giustificare questa ipotesi. In questo articolo per tal modo si esprime: « Come i sestarii, hanno un certo rapporto coi ciati; le moggia coi sestarii e i ciati: i quinarii devono averne uno cogli altri moduli. »

Misure di capacità degli antichi Romani.

26. La maggior misura di capacità degli antichi Romani era il *culeus* che conteneva 20 anfore o 20 piedi cubici romani: le altre erano l'urna equivalente alla metà dell'anfora, il moggio che ne valeva il terzo, il congio l'ottavo: il sestario che valeva la sesta parte del congio, e il ciato che valeva la duodecima parte del sestario,

NOMI delle misure	CAPACITÀ in			QUANTITÀ E PESI dei Cubi d'acqua corrispondenti a ciascuna di queste capacità in					
	digiti cubici	pollici cubici	centim. cubici	pinte	litri	libbre romane antiche	libbre romane moderne	libbre in peso di marco	chilo- grammi
Anfora	4096	1331	26198	27 $\frac{35}{64}$	26,198	80 0	74,296	53,512	26,200
Urna	2048	665 $\frac{1}{2}$	13099	13 $\frac{83}{96}$	13,099	40	37,148	26,756	13,100
Moggio	1365 $\frac{1}{3}$	443 $\frac{2}{3}$	8733	9 $\frac{83}{144}$	8,733	20 $\frac{2}{3}$	24,769	17,837	8,733
Congio	512	166 $\frac{3}{8}$	3275	3 $\frac{29}{384}$	3,497	10 0	9,287	6,689	3,275
Sestario	85 $\frac{1}{3}$	27 $\frac{35}{48}$	546	$\frac{292}{384}$	0,582	1 $\frac{2}{3}$	1,548	1,115	0,546
Cisto	7 $\frac{1}{9}$	4 $\frac{179}{338}$	45 $\frac{1}{3}$	$\frac{37}{768}$	0,048 $\frac{1}{3}$	0 $\frac{5}{32}$	0,129	0,093	0,0455

Osservazioni.

27. Indagini fatte sul pollice d'acqua ne fanno risalire l'origine al tempo in cui l'imperator Giuliano fe' costruire a Parigi le terme, le cui rovine esistono ancora in via della Harpe. Il diametro del modulo per la distribuzione delle acque fu determinato ad un'oncia o ad un dodicesimo di piede romano, corrispondente ad 11 linee del piede parigino. Il suo prodotto, sotto una pressione di 11 linee, era d'un'urna, o mezzo piede cubico romano, corrispondente a 665 pollici e mezzo del piede parigino. Questo prodotto è quello press' a poco del pollice d'acqua attuale, e di più trovasi giustificato dall'applicazione della teorica ad un modulo di 11 linee di diametro sotto una pressione di 11 linee che dà, facendo le convenienti riduzioni, 673 pollici cubici d'acqua, invece di 672 o di 14 pinte, giusta il modo di contare dei fontanieri.

Egli è ancora probabile dalle date spiegazioni, che i Romani moderni abbiano voluto sostituire al quinario il modulo d'un'oncia di palmo corrispondente al digito rotondo di Frontino, il cui diametro era lo stesso di quello dell'oncia d'acqua attuale, che è d'un dodicesimo di palmo equivalente ad un sedicesimo del piede romano, ma che non abbia abbastanza aumentata la pressione, perchè l'oncia che non ha che un sol digito di piede antico, può somministrar tanto

quanto il quinario, il cui diametro era d'un dito e un quarto, stando tra loro le superficie di questi due moduli come 16 a 25.

Non è ancora un secolo che si giunse a calcolare con maggior precisione il prodotto dei moduli. Questo ripiego non era ancora conosciuto da Carlo Fontana, architetto incaricato della direzione delle acque di Roma sotto il pontificato di Paolo I: poichè nel suo Trattato delle acque correnti, stampato a Roma nel 1696, propone, per trovare il numero delle once d'acqua, che somministra il canale d'un acquidotto, di collocare alla testa o di fianco, una specie d'incassatura portata da una cateratta mobile, collocata in modo che l'alto dell'apertura si trovi a 15 once al di sotto della superficie dell'acqua del canale.

Questo modo di misurare le acque, che par fondato sur un'antica consuetudine, potrebbe bene essere stato quello adoperato dagli antichi Romani: perchè Frontino dice all'articolo XIX, che sei delle acque di cui avea parlato, venivano a metter capo in piscine coperte, vicino al settimo migliario della via Latina, che là deponevano la belletta, e che allo sbocco delle piscine, la loro quantità era calcolata dalle misure che vi erano poste.

Queste misure potevano essere aperture rettangolari di pietra, come quella collocata da Fontana per le acque dedotte dal lago Bracciano pel quale usciva l'acqua sotto una pressione di 15 once, che secondo Fontana, dava una velocità che dovea diminuire in ragione del cammino da percorrersi per giungere al castello d'acqua, d'onde l'acqua distribuivasi.

Abbiamo già detto che Frontino, all'articolo LXV, parlando dell'acqua Appia, misurata vicino ai Gemini, trovò che la massa d'acqua scorrente avea 80 diti di altezza su 28 di larghezza, e produceva quindi una superficie di 2240 diti, e che stando a queste dimensioni dovea somministrare 1825 quinari. Egli è probabile che Frontino trovasse tale prodotto facendo passar questa massa da un'apertura rettangolare, la cui altezza poteva trovarsi ad una distanza al di sotto della superficie dell'acqua del serbatoio eguale a quella del centro degli orifici dei moduli adattati ai tini di distribuzione dei castelli d'acqua.

Quanto par confermare una tale ipotesi si è che divisa la superficie 1825, che esprime in diti quadrati il numero dei quinari calcolati da Frontino per la larghezza del canale, che era di 28 diti, si troverà che l'altezza dell'apertura dovea essere di 65 diti,

e siccome l'altezza totale dell'acqua era di 80 digiti, ne risulta che la pressione o altezza dell'acqua, ritenuta dalla cateratta del modulo dovea essere di 15 digiti, corrispondente a 15 onces del palmo romano. E però la pressione dell'oncia d'acqua attuale, sendo la stessa di quella del quinario, il loro prodotto dovea essere come il quadrato del loro diametro, cioè come 16 a 25, il che dà un po' più di un piede e mezzo cubico. Ma come il modulo di Frontino era collocato a circa 7 miglia da Roma, questa quantità giunta a Roma poteva essere ridotta ad un piede e mezzo cubico.

Risulta da calcoli esatti che abbiamo istituiti a tale proposito, che il prodotto dei pollici d'acqua di Parigi sendo valutato a un mezzo piede cubico romano al minuto, l'oncia d'acqua di Roma equivarrebbe ad un piede cubico e un dodicesimo, e il quinario ad un piede cubico e mezzo: sicchè i prodotti di questi tre moduli starebbero tra loro come 6, 13 e 18: su questi rapporti abbiamo istituite le tavole seguenti del prodotto dei 25 moduli e degli acquidotti descritti da Frontino.

PRIMA TAVOLA

*Delle dimensioni dei prodotti dei 25 moduli
descritti da Frontino.*

NOMI dei moduli.	DIAMETRI				CAPACITÀ		PRODOTTIO ogni 24 ore.	
	in digiti	in pollici e millesimi.	in millimetri	in quinzani e millesimi.	in once d'acqua e millesimi.	in pollici d'acqua e millesimi.	in moggi di 8 pollici e millesimi.	in metri cubi e millesimi.
Tubo quinario	1,250	0,852	23	1,000	1,385	3,000	216,000	60,000
sestario	1,500	1,037	28	1,368	1,895	4,104	295,415	82,015
setteario	1,750	1,222	33	1,661	2,715	5,883	423,576	117,660
ottario	2,000	1,370	37	2,561	3,546	7,683	553,176	153,660
denario	2,500	1,704	46	4,000	5,538	12,000	864,000	240,000
duodenario	3,000	2,074	56	5,760	7,995	17,280	1244,160	347,500
quidicenario	3,750	2,592	70	9,000	12,461	27,000	1944,000	540,000
ventinario	5,000	3,444	93	16,000	22,124	48,000	3476,000	960,000
Modulo di 25 digitiquadr.	5,610	3,888	105	20,375	28,211	61,125	4401,000	1222,500
di 30 id. . . .	6,180	4,259	115	24,450	33,854	73,350	5281,200	1467,000
di 35 id. . . .	6,674	4,592	124	28,524	39,495	85,572	6161,184	1711,440
di 40 id. . . .	7,134	4,838	132	32,599	45,137	97,797	7041,384	1955,940
di 45 id. . . .	7,572	5,181	140	36,674	50,779	110,022	7921,584	2200,440
di 50 id. . . .	7,982	5,481	148	40,746	55,961	121,244	8729,816	2414,960
di 55 id. . . .	8,366	5,741	155	44,825	62,065	134,477	9682,100	2689,500
di 60 id. . . .	8,740	6,000	162	48,908	67,719	146,724	10564,128	2914,480
di 65 id. . . .	9,096	6,259	169	52,973	73,350	158,925	11442,600	3178,500
di 70 id. . . .	9,440	6,481	175	57,049	78,991	171,147	12322,584	3422,910
di 75 id. . . .	9,770	6,704	181	61,124	84,633	183,372	13202,784	3667,440
di 80 id. . . .	10,090	6,926	187	65,199	90,275	195,597	14082,984	3911,240
di 85 id. . . .	10,400	7,148	193	69,274	95,918	207,824	14963,228	4156,480
di 90 id. . . .	10,702	7,370	199	73,349	101,560	220,047	15843,384	4400,940
di 95 id. . . .	11,098	7,555	204	77,440	107,225	232,320	16727,040	4646,400
di 100 id. . . .	10,282	7,741	209	81,499	112,844	244,497	17603,784	4892,940
di 120 id. . . .	12,358	8,629	233	97,799	135,414	293,397	21124,584	5867,940

SECONDA TAVOLA

*Indicante le quantità d'acqua somministrata a Roma
dai nove acquidotti descritti da Frontino.*

NOMI degli acquidotti.	QUANTITÀ			PRODOTTO		PRODOTTO oggi a 1 ore .	
	larghezza sul registro.	distribuita.	la quantità presa il calcestruzzo di Frontino.	la once d'acqua millesimi di Roma.	in pollici d'acqua e millesimi.	in soggetti di 8 piedi cubici e millesimi.	in metri cubici e millesimi.
Acquidotto dell'acqua Appia .	841	704	1285	2526,923	5475	394200	273,750
dell'Anio vecchio .	1441	1610	4398	6089,538	13194	919968	659,700
dell'acqua Maria .	2162	1935	4690	6493,846	14070	1013040	703,500
dell'acqua Tepula .	400	455	445	616,154	1332	96120	66,750
dell'acqua Giulia .	649	803	1206	1669,846	3618	260496	180,900
dell'acqua Vergine .	752	2504	2504	3467,076	7512	540864	375,600
dell'acqua Alsietina .	392	392	392	542,769	1176	84672	58,800
dell'acqua Claudia .	2855	1588	4607	6378,923	13821	995112	691,050
dell'Anio nuovo .	3263	4048	4738	6550,308	14214	1023408	710,700
Totali	12753	14029	14806	34345,383	74415	5357880	3720,750

Risulta da questa tabella che la quantità d'acqua somministrata dai nove acquidotti di Roma descritti da Frontino, poteva equivalere ad un fiume di 30 piedi di larghezza per 6 di profondità, le cui acque scorressero con una velocità di 30 pollici al secondo, cioè con una velocità eguale a quella delle acque della Senna in tempo di altezza media.

ARTICOLO III.

*Valore delle monete degli antichi Romani
paragonate alle nostre.*

MONETA DI RAME

Gli antichi Romani non incominciarono a far uso di moneta che sotto il regno di Servio, 186 anni dopo la fondazione di Roma. La loro prima moneta fu di rame: si prese per base la libbra di questo metallo che fu chiamata *asso*, come corruzione della parola *aes*, colla quale indica vasi il rame.

Il prezzo d'un bue fu fissato a 100 assi, e quello d'un montone a 10 assi: il che fe' dare a questa prima moneta il nome di pecunia, dalla parola *pecus* armento.

Gli autori moderni non van d'accordo sul valor di quest'antica libbra, relativamente ai pesi attuali. Le Blanc e della Nauze la calcolano a 6144 grani, corrispondenti a 326 gramme e un quarto; e Pauton nella sua Metrologia a 6312 grani che equivalgono a 336 gramme. La libbra romana attuale è di 6638 grani o circa 352 gramme e mezzo.

Nelle calcolazioni che daremo abbiamo adottato quella che fissa a 10 libbre romane il peso d'acqua che conteneva il congio, la cui capacità era di un ottavo di piede cubico romano, che dà 6163 grani e due terzi, o 327 gramme e mezza per l'antica libbra romana.

Calcolando il valore dell'asso, o libbra romana, sul modulo di moneta di rame attuale, che è d'un centesimo per ogni 2 gramme, si troverà per questo valore fr. 1, c. 64. Così il prezzo d'un bue calcolato a 100 assi sarebbe stato di fr. 164, quello di un montone di fr. 16, c. 40.

Dalle osservazioni sui mercati di Sceaux e di Poissy, si ha che il peso d'un bue in piedi è una media di chilogr. 325, e che si vende in ragione di cent. 90 il chilogrammo; il che porta il suo valore a fr. 292, c. 50, cioè quasi la metà o 5 dodicesimi di più che non era stato calcolato a Roma, il che non porterebbe il valore del chilogrammo che a 52 centesimi; ma se si ha riguardo a quanto si pagava sulla carne e al maggior valore dei salarii, si troverà che possono dare questa differenza.

Dagli stessi rilievi il peso medio d'un montone è di 25 chilogrammi: si vende in ragione di fr. 1, cent. 20 il chilogrammo, il che porta il suo valore medio a fr. 30, invece di fr. 16 e cent. 40, che darebbe il prezzo di 10 assi romani a questa prima epoca. Vedesi che la differenza di questo prezzo è quasi nella stessa ragione di quella che abbiamo trovato pel prezzo d'un bue.

Qualche tempo dopo, il valore dell'asso fu ridotto ad un sestante, e però prendendo il sesto della libbra romana che è di 1,64, si avranno cent. 27 e mezzo pel valore del sestante. Non si conosce bene il tempo in cui si fece questa prima riduzione dell'asso, ma si può credere che fosse verso l'anno di Roma 537.

Circa sett'anni dopo la famosa battaglia di Canne, Scipione riduceva l'asso ad un'oncia della libbra romana, o ad un dodicesimo: il che portava il suo valore a circa 14 centesimi.

La terz'epoca della diminuzione dell'asso comincia dall'anno di Roma 560 (circa 194 anni prima dell'era volgare), in virtù d'una legge di Papirio, che riduceva l'asso ad una mezz'oncia o $\frac{1}{24}$ di libbra romana, il che porta il suo titolo a 7 centesimi circa.

La quarta epoca della diminuzione dell'asso fu sotto l'impero di Nerone, in cui fu ridotto ad un quarto d'oncia o al 48.^o di libbra romana, il che porta il suo titolo a 3 centesimi e mezzo circa.

Quest'epoca che si estende fino al regno di Costantino, comprende il tempo in cui visse Frontino, e basta al nostro scopo, che è di dare un'idea del valor delle somme di cui è fatto parola nell'opera di questo autore su gli acquidotti di Roma.

MONETA D'ARGENTO

Plinio, dice che nell'anno 485 della fondazione di Roma, circa dugento sessantanove prima dell'era volgare, fu stabilito l'uso della moneta d'argento.

Si diè il nome di danaio alle monete di questo metallo che vi furono battute, perchè il loro valore fu fissato a dieci assi *dena æris*, pesando ciascuno una libbra romana.

Siccome Plinio non disse quale era il peso di questa moneta d'argento, parecchi autori, come Pancirolo, Savot e Paucton, han calcolato il pezzo del primo danaio ad un'oncia od un dodicesimo della libbra romana, sicchè un'oncia d'argento dovea valere 120 di rame.

Il danaio divideasi in due quinarîi, ognuno equivalente a cinque assi di rame.

Il quinario suddividevasi in due sesterzîi, il cui valore era di due assi e mezzo.

La libbra romana sendo di 6163 grani e due terzi, o 327 gramme e mezza, il danaio di un'oncia dovea pesare 513 grani 64, o 27 gramme e 3 decimi. E però, prendendo per base la tassa della moneta di rame attuale, che è d'un mezzo centesimo per gramma, i 10 assi di rame equivarrebbero a 3295 gramme del valore di fr. 16 e cent. 37, cioè a circa tre volte di più perchè il rapporto della moneta di rame attuale non è che di 1 a 40, invece di 1 a 120.

L'anno di Roma 537, il danaio d'argento fu ridotto a $\frac{1}{120}$ della libbra romana, e l'asso ad un dodicesimo, sicchè a quest'epoca il rapporto del rame all'argento era sempre di 1 a 120.

Dall'anno di Roma 544 fino al 560, il peso di danaio d'argento fu ridotto a $\frac{1}{120}$ della libbra, e quello dell'asso a un dodicesimo, il valore del danaio sendo fissato a 16 assi. Prendendo per base della valutazione la moneta di rame, si trova che il suo rapporto coll'argento dovea essere $\frac{1}{112}$, cioè che una libbra d'argento ne valeva 112 di rame.

Dall'anno di Roma 560 sino al 586, il danaio fu sempre di $\frac{1}{120}$ della libbra d'argento, ma sendo l'asso ridotto a $\frac{1}{120}$ della libbra di rame di 16 assi per danaio, ne deriva che prendendo per base la moneta di rame, il suo rapporto coll'argento è di $\frac{1}{112}$ per quest'epoca.

Dall'anno 586 sino al regno di Costantino, il valor del danaio romano fu ridotto a $\frac{1}{120}$ della libbra d'argento e l'asso ad $\frac{1}{120}$ della libbra di rame, ne risulta che il rapporto del rame all'argento era di 1 : 64.

MONETA D'ORO

Plinio, lib. III, cap. III, parlando della moneta d'oro dei Romani, così si esprime: *Aureus nummus post annum LXII percussus est quam argenteus, ita ut scrupulum valeret sestertius vicenis*; cioè: lo scudo d'oro fu battuto sessanta due anni dopo la moneta d'argento, e il valore dello scrupolo d'oro fu determinato a venti sesterzîi. Soggiunge: *Quod effecit in libras ratione sestertiorum, qui tunc erant sestertios DCCCC*; il che forma, in ragione dei sesterzîi che aveano corso allora alla libbra, cioè pel valore dell'*aureus* 900 sesterzîi, e non della libbra d'oro, come parecchi autori

e commentatori avvisarono che tradussero e interpretarono questo passo, e si proposero correggere il testo: «Perchè, dicono, se lo scripolo d'oro valesse 20 sesterzii, la libbra che conteneva 288 scripoli doveva valere 288×20 , che dà 5760 sesterzii invece di 900. » Ma non hanno fatto attenzione che questo valore di 900 sesterzii è quello che corrisponde ad ogni scripolo, del peso dell'*aureus*, che essendo nel rapporto di 45 alla libbra dovea pesare 6 scripoli e 4 decimi: perchè se dividonsi 5760 sesterzii, valore della libbra d'oro per 6 scripoli e 4 decimi, si troveranno 900 sesterzii pel valore di ogni scripolo.

In questa calcolazione il rapporto dell'argento all'oro è di $1 : 17\frac{1}{4}$.

Egli è probabile che il peso delle monete d'oro dei Romani fosse come quello delle loro monete di rame ed argento, un aliquoto della loro libbra.

E però le più grosse monete d'oro che ne son pervenute pesanti da 201 a 204 grani o 9 scripoli, potevano essere al titolo di 32

Quelle di 168 a 171 grani o di 8 scripoli di 36

Quelle di 150 a 154 grani o 7 scripoli di 40

Quelle di 6 scripoli 2 quinti o 127 grani (l'*aureus* di

Plinio di 45

Quelle di 6 scripoli o 128 grani di 48

Quelle di 4 a 4 scripoli e mezzo di 60

Quelle di 3 scripoli di 96

E quelle di uno scripolo di 288

Osservazioni.

È a notarsi che si trova per ogni metallo adoperato alla fabbricazione delle monete romane, una moneta principale di cui le altre non sono che suddivisioni o multiple. Queste monete sono:

L'asso per la moneta di rame;

Il danaio per la moneta d'argento;

E il *nummus aureus*, per la moneta d'oro.

In quanto m'ha determinato a istituire le Tavole seguenti che indicano i loro valori ad epoche diverse: vi ho aggiunto il *sesterzio*, di cui si parla sovente negli antichi autori.

TAVOLE

Del valore delle principali monete romane ad epoche diverse, cioè dalla loro origine fino al regno di Costantino, prendendo per base quella della moneta di rame attuale.

Prima Epoca. Dall'anno di Roma 186 fino all'anno 537 (circa fino all'anno 217 prima dell'era volgare), il rapporto del valor del rame all'argento era di 1 : 120:

INDICAZIONE delle monete.	TITOLO alla libbra.	P E S O			VALORE
		in scipoli.	in grani.	in gramine.	
Asso	4	288	6163 $\frac{9}{5}$	327,5	fr. 1,64
Danaro d'argento .	12	24	513 6	27,3	16,40
Piccolo sesterzio .	48	6	128 5	6,8	4,10

Sesterzio.

I dotti ed i commentatori distinguono due specie di sesterzii: l'uno, indicato col nome sesterzio, era una piccola moneta d'argento che equivaleva al quarto di danaio romano; l'altro, detto gran sesterzio, indicato colla parola *sestertium*, era un'espressione di conto per indicare mille sesterzii o 250 denari romani. E però *decem sesterti* non indicava che dieci sesterzii, mentre *decem sestertia* ne valeva dieci mila.

Quando i Romani indicavano la somma a parole, l'avverbio numerico messo dinanzi alla parola, *nummum quadrigies sestertium*, equivale a *quadrigies centena millia sestertiorum*, o quattro milioni di sesterzii. Talvolta l'avverbio solo esprime completamente la somma come se fosse scritta a lettere distese: *decies* o *vigesies* rappresentano *decies* o *vigesies centena millia sestertiorum*, cioè uno o due milioni di sesterzii. Ma come il danaio romano ha cambiato valore ad epoche diverse, i valori del *sestertius* o del *sestertium* hanno da seguire le stesse variazioni.

Così, per questa prima epoca, il piccolo sesterzio d'argento sendo calcolato a fr. 4, cent. 10, il gran sesterzio dovea valere fr. 4100.

Nella tavola seguente indicheremo il valore del piccolo sesterzio per ogni epoca.

Seconda Epoca. Dal 527 sino al 547 (207 anni circa prima dell'era volgare). Il peso dell'asso ridotto a due once, e quello del danaio ridotto a $\frac{1}{12}$, sendo diminuiti nella stessa proporzione, il rapporto del rame all'argento è sempre di 1 : 120.

INDICAZIONE delle monete.	TITOLO alla libbra.	P E S O			VALORE
		in scripoli.	in grani.	in gramme.	
Asso di rame . . .	6	48	1027,0	54,6	fr. 0,273
Danaio d'argento . .	72	4	82,6	4,65	3,73
Piccolo sesterzio . .	288	1	20,65	1,14	0,68

Terza epoca. Dall'anno 547 fino al 560 (circa 149 anni prima dell'era volgare). Il peso dell'asso ridotto ad un' oncia, quello del danaio a $\frac{1}{12}$, lo scudo d'oro o *nummus aureus* a $\frac{1}{12}$, il valore a peso eguale di questi tre metalli, si trova come 1 : 112 : 1920: il che dà il rapporto dell'argento all'oro di 1 : 17 $\frac{1}{4}$.

INDICAZIONE delle monete.	TITOLO alla libbra.	P E S O			VALORE
		in scripoli.	in grani.	in gramme.	
Asso	12	0,24	513,0	27,300	fr. 0,1366
Danaio	84	3,43	73,8	3,900	2,186
Piccolo sesterzio . .	336	0,86	18,45	0,975	0,544
Aureus	45	6,4	136,97	7,277	69,97

Quarta Epoca. Dall'anno 560 fino al 586 (168 anni circa prima dell'era volgare); durante la quale l'asso fu ridotto a $\frac{1}{24}$, il danajo a $\frac{1}{36}$ e l'*aureus* a $\frac{1}{48}$. Il rapporto delle monete di rame, d'argento, d'oro, è a peso eguale come 1 : 56 : 700.

INDICAZIONE delle monete.	TITOLO alla libbra.	P E S O			VALORE
		in scripoli.	in grani.	in gramme.	
Asso di rame . . .	24	12	256,3½	6,82	fr. 0,034
Danaio d'argento .	84	3,37	73,37	3,41	1,09
Piccolo sesterale .	336	0,67	18,09	0,85	0,27
Aureus	48	6,0	128,39	7,44	24,48

Quinta Epoca. Dall'anno 586 fino all'impero di Nerone, 907 dalla fondazione di Roma (circa 153 anni dell'era volgare): l'asso fu ridotto a un quarto d'oncia o $\frac{1}{48}$ della libbra: il danaro a $\frac{1}{96}$ e l'*aureus* a $\frac{1}{44}$. Il rapporto delle monete di rame, d'argento e d'oro sta a peso eguale come 1 : 64 : 768.

INDICAZIONE delle monete.	TITOLO alla libbra.	P E S O			VALORE
		in scripoli.	in grani.	in gramme.	
Asso di rame . . .	48	6	127,14	6,82	fr. 0,034
Danaio d'argento .	96	3	63,57	3,41	1,09
Piccolo sesterzio .	384	0,75	15,89	0,85	0,27
Aureus	44	6,611	140,00	7,44	28,48

Sesta Epoca. Dall'impero di Nerone fino a quello di Costantino (circa 306 anni dell'era volgare). L'asso essendo sempre $\frac{1}{16}$ della libbra romana, il danaio d'argento fu $\frac{1}{16}$ e l'*aureus* $\frac{1}{24}$: il rapporto delle monete di rame, d'argento e d'oro sta a peso eguale, come 1 : 64 : 768.

INDICAZIONE delle monete.	TITOLO alla libbra.	P E S O			VALORE
		in scripoli.	io grazi.	io gramme.	
Asso di rame. . .	48	6,00	127,14	6,82	fr. 0,034
Danaio d'argento .	96	3,00	63,57	3,41	1,088
Piccolo sesterzio. .	384	0,75	15,89	0,85	0,272
Aureus	45	6,4	136,97	7,227	27,85

Settima Epoca. Al tempo in cui Costantino trasferì la sedia imperiale romana a Costantinopoli l'anno 328 dell'era volgare, l'argento era estremamente raro: sicchè una libbra d'argento equivaleva a 120 libbre di rame, mentre alla tassa della moneta attuale, non occorrono che 40 libbre di rame per una libbra d'argento. La proporzione dell'argento all'oro era minore dell'attuale, perchè non abbisognavano che 14 libbre e 4 decimi d'argento per una libbra d'oro, mentre la tassa attuale è di 16 libbre d'argento per una libbra d'oro.

Le principali monete erano pel rame l'*assarion*, al titolo di 48 alla libbra, il sesterzio di rame, o *tetrassarion*, al titolo di 12 alla libbra: il danaio d'argento di Nerone, al titolo di 96 alla libbra, il *lepton* al titolo di 68 e 4 settimi alla libbra: il *milli-a-resion*, al titolo di 60 alla libbra il *solidus aureus*, soldo d'oro, *numisma*, a quello di 72 alla libbra.

D'onde risulta che a quest'epoca il rapporto a peso eguale, delle monete di rame, d'argento e d'oro, era come 1, 64 e 908 $\frac{1}{16}$.

INDICAZIONE delle monete.	TITOLO alla libbra.	P E S O			VALORE
		in scipoli.	in grani.	in gramme.	
L'assarion	48	6,0	128,40	6,80	fr. 0,034
Il tetrassarion. . .	12	24,0	513,60	27,30	0,136
Il danajo di Nerone.	96	3,0	63,57	3,41	1,09
Il lepton	72	4,0	85,60	4,55	1,48
Il miliariesion. . .	60	4,8	102,71	5,45	1,175
Il solidus aureus . .	72	4	85,6	4,55	35,34

Osservazione.

Per riunir tutto quanto può servire a paragonare i valori delle vecchie monete dei Romani con le francesi, ho pensato potrebbe essere interessante il collocare dopo le tavole precedenti una tabella delle diverse monete in corso nel 1790 e delle nuove.

TAVOLA

*Delle monete di Francia col loro peso in grani e gramme
e 'l loro valore in lire, soldi e denari ed in franchi e centesimi.*

La gramma di rame è calcolata un mezzo centesimo.

. . . . d'argento 1,50 centesimi.

. . . . d'oro a franchi 3 e 20 centesimi.

NOME delle monete nel 1790.	PESO		VALORE in lire, soldi, denari.	INDICAZIONE delle monete nel 1790.	PESO		VALORE in franchi e centesimi.
	in grani.	in gram- me.			in grani.	in gram- me.	
<i>Oro.</i>							
Luigi doppio.	188	13,36	48, 00, 0	Moneta da 40 franchi. .	335 $\frac{4}{8}$	12 $\frac{8}{8}$	fr. 40.
Luigi	144	9,15	34, 00, 0	Moneta da 20 franchi. .	117	6 $\frac{4}{8}$	20.
<i>Argento.</i>							
Scudo da lire 6.	552	29,3	6, 00, 0	Moneta da 5 franchi. .	470	25,00	5.
Scudo da 3 lire.	276	14,65	3, 00, 0	Moneta da 2 franchi. .	188 $\frac{4}{8}$	10,00	2.
Moneta da soldi 24 . .	110 $\frac{9}{8}$	5,81	1, 4, 8	Moneta d'un franco . .	96 $\frac{4}{8}$	5,00	1.
Moneta da soldi 12. . .	55 $\frac{9}{8}$	2,90	0, 12, 0	Moneta d'un mezzo franco.	47 $\frac{4}{8}$	2 $\frac{4}{8}$	0, 50
Moneta da soldi 6. . .	47 $\frac{9}{8}$	1,40	0, 6, 0	Moneta d'un quarto di fr.	23 $\frac{4}{8}$	1 $\frac{4}{8}$	0, 25
<i>Rame.</i>							
Soldo	219	11,63	0, 12, 0	I decimi	376 $\frac{4}{8}$	20	0, 10
Mezzo soldo	105	5,81	0, 6, 0	I mezzi decimi	188 $\frac{4}{8}$	10	0, 05
Lirardo	53	2,90	0, 3, 0	I centesimi	37 $\frac{9}{8}$	2	0, 01
Denaro	18	0,96	0, 0, 1				
<i>Biglione.</i>							
Moneta di 2 soldi . . .	41 $\frac{4}{8}$	. . .		La moneta di 1 fr. e 50 cent.	192	10 $\frac{4}{8}$	1, 50
Moneta di 18 denari . .	35,0	. . .		La moneta di 75 centesimi.	96	5 $\frac{4}{8}$	0, 75
Piccolo soldo.	20 $\frac{4}{8}$	. . .		10 centesimi in biglione .	37 $\frac{9}{8}$	2,0	0, 10
Il rapporto della moneta di rame, d'argento e d'oro era in quest'epoca come 1, 50 a 768.				Il rapporto del rame, dell'argento e dell'oro è per questa moneta come 1, 40, e 640.			

APPENDICE

ALLE OPERE DI SESTO GIULIO FRONTINO

SUGLI

ACQUIDOTTI DI ROMA

ARTICOLO I.

SUI TRE ACQUIDOTTI DI ROMA RESTAURATI DAI PAPI, CHE SOMMINISTRANO
ORA IN ROMA LE ACQUE INDICATE SOTTO I NOMI D' ACQUA VERGINE,
D'ACQUA FELICE E D'ACQUA PAOLA.

§ 1. *Dell' acqua Vergine* (Aqua Virgo) (1).

Quest'acqua è indicata nell' opera di Frontino sotto il nome d'*Aqua Virgo*. I suoi condotti sendo stati danneggiati, la restaurazione ne fu cominciata sotto i pontificati di Nicola IV e Sisto IV e terminata sotto quello di Pio IV nel 1568.

(1) « Idem, cum jam tertium consul fuisset, C. Sentio et Q. Lucretio coss., post annum
« uni, quem Juliam deduxerat, Virginem quoque in agro Lucullani collectam Romam per-
« duxit: dies, quo primum in urbe responderit, v iduum Junii invenitur. *Virgo* appellata
« est, quod querentibus aquam militibus, puella virginacula venas quasdam monstravit;
« quae secuti qui foderant, ingentem aquae modum invenerunt. *Edicula* fusti apposita
« hanc originem pictura ostendit.

« Concipitur ergo via Collatina ad milliarium viis palustribus locis; signino circūmje
« cto, continendum scaturiginum causa, adjuvatur (*) et cum pluribus aliis acquisitionibus
« venit per longitudinem passuum xiv milliū cv. Ex eo rivo subterraneo passuum xi
« milliū ncccxiv supra terram per passus mcccxi; ex eo substructione rivarum locis com-
« pluribus passuum cxi; opere arcuato passuum nec; acquisitionum ductus rivi subterra-
« nei efficiunt passus mcccv. »

Agrippa uscendo dal terzo consolato, sotto quello di C. Sentio e Q. Lucrezio, tredici
anni dopo aver condotta la Giulia, raccolse l'acqua Vergine nel campo di Lucullo, e
la fe' condurre a Roma. Il giorno in cui quest'acqua cominciò a scorrere in Roma fu
il 5.º dell' idi di giugno (9 giugno). Quest'acqua fu detta Vergine, perchè una fanciulla
ne indicò alcune vene ai soldati, che volevano scoprirne la sorgente. Quei che cer-

(*) *Adjuvatur?*

In questo tempo le tre bocche per le quali l'acqua vergine giungeva a Roma, erano disposte senza ornamento. Clemente XII, volendo decorare questa fontana, fe' cominciare sur uno dei lati del palazzo Conti e sui disegni dell'architetto Nicola Salvi il bel monumento che resta tuttora e che fu terminato sotto Benedetto XIV.

Il nome di Trevi che porta questa fontana le deriva, o dalle tre bocche per le quali l'acqua giungeva, o dall'esser situata in un trivio.

Dalle ispezioni fatte nel 1809 dal signor Vici, direttore delle acque di Roma, questa fontana somministra una media di 4100 palmi cubici al minuto o di 1617 once d'acqua corrente. La massa d'acqua che scorre nel canale di questo acquidotto, presa nel cortile d'ingresso nel giardino Borghese, è di once 66, e 21 cent. di larghezza, sopra once e 89 25 cent. di altezza, producente una sezione, la cui superficie è di once 5930, 3 dec. quadrate.

Il prodotto medio di questo acquidotto, sendo a detta di Vici, di 4100 palmi cubici ciascuno di once 1728 al minuto, corrisponde ad once cubiche 7084800, che danno per un secondo 118080 once cubiche. Sendo questo prodotto diviso per la superficie della sezione, dà 20 once al secondo, per la velocità media di questa massa d'acqua.

La velocità dell'acqua ch' esce dagli orificj di diversa grandezza, sendo sotto una stessa pressione in ragione inversa della superficie di questi orificj, le 1617 once d'acqua corrente (la cui superficie per ciascuno è di 11 quattordicesimi d'oncia quadrata) formerebbero complessivamente una superficie di once quadrate $1270 \frac{1}{4}$, che dà la proporzione $1270 \frac{1}{4} : 5930 :: 20 : 93$, indicante la velocità dell'acqua corrente sotto una pressione di 15 once.

Mallet, che non assegna al prodotto di questo acquidotto che 1418 once d'acqua corrente, non trova un minor risultato, se non perchè calcola solo la velocità media dell'acqua nel canale ad un quinto al di sotto di quella della superficie, cioè a pollici 12 e un quarto

caravano avendo seguite tali vene trovarono grandissima quantità d'acqua. Vedesi nel tempio vicino alla fontana una figura che rappresenta quest'origine.

L'acqua Vergine prende la sua sorgente presso la via Collatina e l'ottavo migliao in luoghi paludosi. Furono chiuse io oo recinto di mattoni intonacati di cemento le diverse bolle di questa fonte. Fu cresciuta d'altre vene, e giunge a Roma per un acquidotto lungo 14,105 passi: la parte sotterranea ne comporta 12,865: quella sopra terra 1240, di cui 550 la più luoghi io sustruzioni e 700 io archi; più 1405 passi pei canali sotterranei, che conducono gli accrescimenti nell'acquidotto.

per secondo: mentre realmente è di pollici 13 e 3 quarti equivalenti a 20 once di palmo romano.

Nei Commentarii di Frontino il prodotto dell'acqua Vergine era portato a 2504 (1) quinari, che calcolati come abbiamo fatto, ad un piede e mezzo cubico romano al minuto darebbero palmi cubici 8903,11, invece di 4100 trovati da Vici, cioè più del doppio, o 3513 once e $\frac{11}{10}$, invece di 1617.

Le 17 once d'acqua corrente che produce attualmente l'acqua vergine, somministrano in 24 ore 590400 palmi cubici, o metri 65782 cubici, o pollici d'acqua 3289,01, misura di Parigi. Queste acque si distribuiscono per 7 principali condotti, a 13 fontane pubbliche ed a 37 altre semipubbliche.

§ 2. Dell'Acqua Felice.

Quest'acqua è una parte delle antiche acque Claudia e Marcia, riunite con parecchie altre, raccolte sotto il pontificato di Sisto V, sul territorio di *Pantano*, a circa 9 leghe o 27 miglia di Roma. Tutte queste acque furono riunite sotto il pontificato d'Urbano VIII, in un immenso serbatoio, e in parecchi altri più piccoli, dove scorrono nel canale dell'acquidotto ristabilito, per un'apertura detta *fistola urbana*, praticata in un pezzo di marmo. Secondo Fontana, questa apertura emette 100 once d'acqua che arrivano a Roma alla porta maggiore dell'antico acquidotto dell'acqua Claudia.

La massa d'acqua misurata nella parte del canale in cui scorre al luogo detto Vigna di Catalaneo, ha 2 piedi, 9 pollici, 6 linee di larghezza, o 48 once e 2 terzi del palmo romano, su 3 piedi e 3 linee d'altezza, o 52 once e 2 terzi, che producono una superficie di

(1) « Virgini in commentariis adscriptus est modus quinariorum vocatus minus. Mensura » ad caput inveniri non potuit, quoniam ex pluribus acquisitionibus coeet, et leniore rivo » intrat; prope urbem lamen ad miliarum vii in agro, qui nunc est Cesonii Commodi, » ubi velociorem sane cursum habet, mensuram egi, quae efficit quinariorum a millis omni- » amplius, quam in Commentariis, quicquid vocat. Omnibus approbatio nostra expeditis- » sima est. Eroget enim omnes, quas mensura deprehendimus, id est duo milia omni. »

Nei registri all'acqua Vergine è assegnato un modulo di 752 quinari. Non potè trovarsi la misura alla testa, perchè coeeta di più acque raccolta, ed entra in canale ove scorre più lievemente: vicino alla città però al settimo miliario, in un campo, eha ora è di Cesonio Comodo, ove ha corso più rapido, pigliai la misura che fu di 2504 quinari, 1752 più che nei registri. È facilissimo a tutti il verificarlo. Imperocchè dà quanto ho trovato, cioè 2504.

2563 once quadrate. Il prodotto medio in un minuto è, a detta di Vinci, di 1280 palmi cubici, o 2211840 once: il che dà per un secondo 36864 once cubiche. Questa quantità, sendo divisa per la superficie della sezione d'acqua che è di 2563 once quadrate, dà per la velocità media 14 once e $\frac{12}{13}$, corrispondenti a 9 pollici, 10 linee e 2 sesti del piede di Parigi. Una sperienza istituita a Roma, ha dato per la velocità della superficie dell'acqua scorrente 13 pollici al secondo, di cui 4 quinti sono 10 pollici e 4 decimi, corrispondenti ad un pendio di circa una linea e mezza le tesa.

Il prodotto di quest'acque in 24 ore fu trovato di 1843200 palmi cubici, ovvero 727344 once, equivalente a 20537 metri cubici, ossia 1027 pollici d'acqua da fontaniere. Queste acque si distribuiscono in 16 fontane pubbliche ed 11 semipubbliche.

§ 3. Dell'Acqua Paola.

L'acqua Paola si compone di acque raccolte su territorii d'Arcolo e di Bassano, condotte nell'antico acquidotto dell'Alsiatina, sotto il pontificato di Paolo V, e sotto la direzione di Giovanni Fontana architetto idraulico, che ha fatto costruire la gran fontana di S. Pietro in Montorio, e da altre acque condotte dal lago Bracciano, sotto il pontificato di Clemente X, e sotto la direzione di Carlo Fontana nel 1694.

Questo architetto, che compose un trattato sulle acque correnti, stampato a Roma nel 1690, adoperava per calcolare la quantità d'once d'acqua somministrate da questo acquidotto, un metodo che pareva fondato sur un antico uso, e che consisteva a ritenere l'acqua all'uscita del serbatoio, all'altezza della pressione sotto la quale escono le acque del modulo che a Roma è di 15 once al di sotto della superficie dell'acqua del serbatoio.

Fontana avendo misurate separatamente col suo metodo le due parti d'acqua somministrate dall'acquidotto *Paola*, trovò per l'antica acqua condotta da Paolo V, 750 once, e per la nuova condotta sotto il pontificato di Clemente X, 675 once: il che fa per tutt'e due 1425 once. Misurate poi collo stesso metodo queste due parti d'acqua al luogo in cui sono riunite non si trovarono che 1350 once.

La qual differenza deriva da ciò che Fontana non conta la pressione dell'acqua che è al di sopra dell'apertura rettangolare per cui scorre il fluido, mentre, stando ai principii d'idrodinamica, deve con-

tarsi dal centro: d'onde risulta che più è alta e più l'acqua esce con velocità: sicchè bene spesso a superficie eguale, produce maggior quantità d'acqua. Così la cateratta per mezzo della quale queste acque furono misurate, avea 25 once di larghezza: ma per la misura della nuova acqua l'altezza dell'apertura non era che di 13 once e mezzo, mentre per le vecchie era di 15, e di 27 per tutt'a due le acque riunite: d'onde risulta che la pressione d'acqua fino al centro dell'apertura dovea essere di 21 once e 3 quarti per la prima esperienza, di 22 e mezzo per la seconda e di 28 e mezzo per la terza, e che i prodotti doveano stare tra loro come $21\frac{3}{4}$, $22\frac{1}{2}$ e $28\frac{1}{2}$, cioè come 4,66, 4,75, 5,34. E però, prendendo per prodotto quello della seconda esperienza, che è di 675, quello della prima avrebbe dovuto essere di 765, in vece di 750 trovato da Fontana: sicchè il totale dei due prodotti parziali sarebbe stato di 1440, in vece di 1425 trovato da Fontana: e il prodotto delle due acque ricevute in uno stesso canale avrebbe dovuto essere di 1545, invece di 1850.

Osservazione.

Il prodotto dell'acqua Paola misurata nel 1809 da Vici, ingegnere e direttore delle acque di Roma, si trovò di 2315 once.

Quando Fontana istituì la sua esperienza, l'altezza dell'acqua nel canale era di 42 once, sulla larghezza di questo canale che era di once 44 e 4 undicesimi, il cui prodotto dava una sezione di 1863 once quadrate e tre undicesimi. Le velocità sendo tra loro come le radici quadrate dalle altezze, si troverà per la velocità dell'acqua misurata da Fontana, once 86,08, invece di once 87 e 4 decimi, date dall'esperienza di Vici, il che dà pel prodotto d'un minuto 5568 palmi cubici, invece di 5870 trovati da Vici, e 2197 once d'acqua corrente invece di 2315. Da queste valutazioni, l'acquidotto dell'acqua Paolina, deve dar la media di palmi cubici 8,4528000 in 24 ore, equivalenti a 94181 metri cubici, o 4709,05 pollici d'acqua.

Circa il terzo di queste acque è diretto sul monte Vaticano, ove alimenta le fontane della piazza S. Pietro e quelle del palazzo pontificio: l'eccesso si distribuisce in otto fontane pubbliche, ventitrè semipubbliche, e per vent'una fucine nella via S. Pancrazio.

I tre acquidotti somministrano insieme, in ventiquattr'ore, stando alle ultime sperienze, quanto segue:

	In				
	palmi cubici.	once d' acqua.	quasari.	metri cubici.	pollici d' acqua.
Acqua Paolina . . .	8452800	3332600	1569	94181	4709
Acqua di Trevi . . .	5904000	2328480	1100	65782	3289
Acqua Felice . . .	1843200	727344	309	20537	1037
Totale	16200000	6388424	2978	180500	9025

Nel 1694, ad inchiesta del cardinal Virginio Orsino, furono condotte le acque dal lago Bracciano, un tempo *Alsietinus*, nell'antico acquidotto dell'Alsietina. Fu eletto per esaminarne la possibilità una commissione formata del cavaliere Agostino Martinelli, del sig. Auzout, francese, dell'Accademia delle Scienze; di Corneille, di fra Giuseppe Paglia e di Domenico Rainaldi.

Fra Paglia, come architetto di casa Orsino, fu incaricato di esaminare la quantità d'acqua che si poteva estrarre dal lago, e non calcolando la velocità, concluse esser possibile trarne mille once e più. Sul qual rapporto papa Clemente X diè facoltà a casa Orsino di trarre quella quantità d'acqua per condurla nell'Alsietina, sotto condizione che 300 oncie di quell'acqua servirebbero ad alimentare la seconda fontana da costruirsi sulla piazza di S. Pietro a Roma, e che l'eccesso dell'acqua che vi perverrebbe sarebbe diviso tra la Camera apostolica e casa Orsino.

Il cavaliere Bernino, ebbe ordine di badare all'erezione della fontana: ma prima di procedervi, volle accertarsi della possibilità di ottenere una sufficiente quantità di acqua: mandò sul luogo suo fratello Luigi, il quale trovò che a cagione del leggiero pendio del lago nel condotto e delle variazioni di livello non si avrebbe abbastanza acqua. La qual differenza d'opinione tra gli ingegneri fe' riconoscere le difficoltà dell'impresa e sospendere l'edificazione della seconda fontana.

Finalmente il Papa avendo ordinato nuove sperienze e nuove livellazioni, fu riconosciuto che l'acqua del lago era più alta d'un palmo e mezzo della superficie della vecchia acqua Paola, ma che quell'altezza era insufficiente a procurare all'acqua una velocità capace di somministrare mille once. Ad ottenere tale velocità fu convenuto che bisognava costruire attraverso dell'emissario dell'Arrone un muro per mantenere l'acqua del lago a maggior altezza, praticandovi aperture per regolare quest'altezza e lasciar colare il superfluo.

ARTICOLO II.

DI ALCUNI PRINCIPALI ACQUIDOTTI COSTRUTTI FUORI DI ROMA
DAGLI ANTICHI ROMANI.

§ 1. *Acquidotto di Nimes.*

È probabile che sia uno de' più vecchi acquidotti costrutti in estere contrade dai Romani. Può attribuirsi ad Agrippa, genero d'Augusto, a cui questo imperatore, tornando d'Egitto, avea affidato il governo del paese divenuto colonia romana (1). Agrippa, lusingato dagli onori che ricevea dagli abitanti di Nimes, vi fissò sua dimora: fe' accerchiare la città di nuovi muri, costruire bagni, e probabilmente l'acquidotto del ponte di Gard per condurre le acque.

Quelli che pretendono che il fine di questo condotto fosse di tradurre le acque nell'anfiteatro, innalzato sotto l'impero di Antonino, non hanno badato che il genere di costruzione dell'acquidotto non ha alcun rapporto con quella dell'anfiteatro, e prova colla sua semplicità un'epoca più remota. L'imperatore Antonino ha potuto dopo la distruzione delle terme, giovarsi dell'acquidotto del ponte di Gard già costruito, per trarne le acque necessarie ai giuochi dell'anfiteatro.

Questo acquidotto il cui sviluppo è di circa 10 leghe di posta, presenta nel suo corso la figura d'un ferro di cavallo. Gli derivarono le acque dalle sorgenti d'Eure e d'Airan, poste a levante ed al basso della città d'Uzes ove comincia. Il ponte di Gard ne è il mezzo e la fontana di Nimes l'estremo.

(1) Si porta all'anno 735 di Roma, diciassette anni prima di G. C., l'epoca in cui Agrippa venne a Nimes, per acquietare i trambusti delle Gallie.

Dal luogo d' onde, nel territorio di Uzes, l'acquidotto si toglie alla vista, l'opera è benissimo conservata, fino al luogo in cui si fa visibile di nuovo, ad un quarto di lega a levante del villaggio di S. Massimino. Delon pubblicò nel 1787, indagini esatte su questo acquidotto che ei propose di ristabilire per formare un canale di innaffiamento e di derivazione per la città di Nîmes. Vici che potè penetrar molto avanti in questo acquidotto col favore d'un' apertura praticata nella volta, ammirò la bellezza della costruzione sì ben conservata che gli pareva recentissima. Da S. Massimino l'acquidotto segue il suo corso sempre sotterra, andando da ponente a levante, e nello stesso modo attraversa i territorii dei villaggi di Argilliers e di Vers.

All'estremo del territorio del villaggio di Vers, sui confini del territorio di Castillon-du-Gard, l'acquidotto cessa d'essere interrato. Una fila d'archi sostiene il suo livello, da questo luogo fino al ponte di Gard. Il quarto di lega che l'acquidotto dovea percorrere dal territorio di Castillon-du-Gard è la parte più guasta. Da Uzes sino al ponte di Gard, e prima d'arrivare alla via che da questo ponte conduce a Santo Spirito, vedesi a destra e a sinistra della strada un gran numero di archi, dei quali alcuni sono per altro conservati, non che le pile di quasi tutti gli altri.

Passato sul ponte di Gard l'acquidotto prosegue il suo corso nelle vicine montagne.

Gli stranieri che visitano questo magnifico lavoro, sarebbero rapiti d'ammirazione, nota Delon, se fosse loro permesso penetrare nel canale sotterraneo che fora le montagne a mezzogiorno del ponte di Gard, e l'apertura del quale vicino all'ultimo arco fu turata per togliere asilo ai malfattori ed alle fiere.

Tutte le colline che trovansi dal ponte di Gard fino al territorio di Saint-Bonnet, sono forate da parte a parte: e nelle valli il canale è sorretto da ponticelli alla maniera di quello di Gard per conservare il livello dell'acquidotto, e di là fino a metà del locale indicato sotto il nome di Auberge-de-Bouis su dell'una serie d'archi che partono dalla montagna dell'Auberge-de-la-Foux, lunghi ben 200 passi, e che sostengono l'acquidotto fino alla montagna che sta a mezzogiorno dello stesso albergo. La qual parte dell'acquidotto fu distrutta dai monaci di S. Basilio che costrussero il monastero vicino alla chiesa di Saint-Bonnet.

Quest'enorme montagna; a mezzogiorno dell'Auberge-de-la-Foux, riceve l'acquidotto nel suo seno; attraversata per un quarto di lega

la catena delle montagne al nord di Sarnhac, l'acquidotto diventa visibile in una valle che sta a mezzogiorno d'una roccia alta chiamata Roccia di Delord. Delon dice essere entrato parecchie volte nelle due gole, a cinquanta passi di distanza l'una dall'altra, nell'intervallo che forma in questo luogo la separazione della montagna: di là si può tener dietro all'acquidotto praticato nella roccia fino al villaggio di Sarnhac, ove passa sotto la parte più alta detta la Borgata.

Tagliato sempre nella roccia viva, a quasi 12 piedi di profondità, sotto terra l'acquidotto, partendo del villaggio di Sarnhac, segue il suo corso sino allo stagno di Launac, nel territorio di Ledenon, ove rendesi ancora visibile, dice il signor Delon, per uno de' suoi muri laterali scoperti scavando un fosso. È l'ultimo luogo in cui questo autore ha veduto l'acquidotto; ma pensò stando alla livellazione notata in questo punto, che l'acquidotto dovea attraversare la pianura dei villaggi di Bezousse, di S. Gervasio e Margherita, per giungere passando da Courbessac a Nîmes.

Nel luogo in cui su le rive dello stagno di Launac l'acquidotto è visibile, cessa d'esser tagliato nella roccia, e i suoi muri laterali sono costrutti nel modo medesimo dei muri della città di Nîmes, attribuiti ai Romani.

Mi apparecchiava a fare stampare la descrizione del ponte di Gard, colla scorta delle mie annotazioni particolari, quando seppi avere i signori Grangent e Durand pubblicato un'opera sulle antichità del dipartimento di Gard (1).

Quantunque avessi io stesso visitato questo antico monumento e misuratene le parti principali, e posta nelle sue ricerche tutta la possibile esattezza, pure avendo i signori Grangent e Durand, avuto senza dubbio maggior agio di esaminarlo in tutte le sue particolarità, credetti mio debito rettificare la descrizione che mi proponeva di fare con quella di questi signori, da cui ho estratto in parte quanto segue, avendo d'altra parte trovata poca differenza tra le loro indagini e le mie.

§ 2. *Ponte di Gard.*

Il ponte di Gard è la parte dell'acquidotto di Nîmes che attraversa la valle profonda nella quale scorre il Gardon o Gard, in mezzo alle montagne, tra Vers e Saint-Bonnet.

(1) Descrizione dei monumenti antichi del mezzodì della Francia.

Questa parte considerata da sè è uno dei maggiori monumenti che i Romani abbiano innalzato nelle Gallie. Il ponte di Gard è composto di tre file d' archi gli uni su gli altri. Il primo ordine su cui passa il Gardon è formato di 6 archi, 11 ne ha il secondo, 35 il terzo. Gli archi sono a tutto sesto e poggiano su piedritti più o meno alti. Sul terzo ordine era stabilito il canale in cui scorrevano le acque che attraversavano questa valle a più di 48 metri sotto le basse acque del fiume.

La lunghezza del monumento al livello della cimasa che corona il primo piano è di 171 metri, 22 c. e di met. 269, c. 10, al livello della seconda cimasa. Quest'ultima lunghezza è presso a poco la stessa al di sopra delle pietre della corona dell' acquidotto, tra le due estremità rotte e distrutte.

L'altezza totale del ponte di Gard è di metri 48, 77 centim., cioè met. 20, 12 centim. pel primo piano, dal livello delle basse acque del Gardon fino al di sopra della prima cimasa: met. 20, 12 cent. pel secondo piano fino al di sopra della seconda cimasa, e 8 metri e 53 centim. pel terzo, fino al di sopra delle pietre dell' incoronamento. La grossezza del ponte d'una testa all'altra del paramento antico è di met. 6, 36 centim. al primo ordine, 4 met. e 56 centim. al secondo e 3 met., 6 centim. al terzo, il che forma per ogni piano una considerevole risega che è di 90 centim. da ogni lato pel primo e di 75 pel secondo.

Le cinque pile del primo ordine erano fortificate da tagliacque per rompere la corrente delle piene.

La distribuzione degli archi e dei piedritti del primo e del secondo ordine è assolutamente simile. Il grande arco del primo piano, sotto cui passa esclusivamente il fiume in tempo di magra, forma il centro del corpo generale del monumento. Quest' arco al primo ed al secondo piano è accompagnato da ogni lato da tre archi di più piccolo diametro, in seguito ai quali stanno tre altri di un diametro ancora più piccolo, sicchè le origini degli archi più piccoli furono collocate a livelli successivamente più alti per far arrivare tutti gli estradossi alla medesima altezza al di sotto della cimasa del coronamento di ciascun piano.

L'arco massimo del centro ha met. 24, 52 centim. di diametro. I tre da ogni lato hanno met. 19, 20 centim.; e finalmente i più piccoli di seguito hanno met. 15, 55 centim. d'apertura.

Tutti gli archi del terzo piano sono eguali ed hanno 4 met. e

80 centim. di diametro. I piedritti del primo e del secondo ordine hanno tutti met. 4, 55 centim. di larghezza sulle faccie del monumento: quella dei piedritti del terzo ordine varia a norma del diametro degli archi del piano inferiore sul quale sono stabiliti. Quattro archi del terzo ordine corrispondono al grand'arco del piano inferiore.

Tre sono stabiliti al di sopra di tutti gli altri, ad eccezione del primo, all'estremità del monumento su la sinistra, che non ne porta che due al terzo piano.

Tutti i diametri degli archi i più alti sendo eguali, ne segue che le diverse aperture degli archi inferiori sono compensate dalle maggiori o dalle minori larghezze dei piedritti del terzo piano.

Siccome le due montagne che formano la valle del Gardon, non sono egualmente alte, e quella della riva sinistra è molto più bassa del livello dell'acquidotto, e l'opposta molto più alta, l'acquidotto è sostenuto da una parte da una lunga fila di archi simili a quelli del terzo ordine, e dall'altro mette capo addirittura nei fianchi della montagna.

Il ponte del Gard è interamente costruito in pietra di taglio, dai fondamenti fino al terzo filare di livello al di sopra della cimasa che corona i piedritti del terzo piano. Nessun pietrame entra nelle riempiture interne dei piedritti e delle reni degli archi del primo e secondo piano. Tutte le pietre sono posate a secco, senza alcuna specie di cemento, e traggono stabilità dalla massa di ciascun pezzo, e dalla precisione del taglio dei loro letti e delle loro commesure.

Il canale, o acquidotto propriamente detto, è la sola parte che non sia in pietra di taglio, tutta costrutta in pietrame sulle due facce del ponte e dell'acquidotto, ed in muratura ordinaria nell'interno. Questa muratura in cui non risparmiavasi il cemento, formava una massa assolutamente impenetrabile, nella quale non potea farsi alcuna infiltrazione.

Il paramento interno dei muri ed il fondo, che era scavato in arco circolare, erano ricoperti d'uno strato di cemento di 5 centim. di grossezza, composto di calce viva, di sabbia fina e di mattoni quasi polverizzati. Questo cemento è ancora d'una tenacità e d'una consistenza eguali a quella della pietra più dura: non vi si trovano nè screpolature, nè alterazioni. Questo primo strato di cemento era coperto d'un secondo strato di mastice finissimo, grosso un millimetro al più, e d'un color rosso carico.

La larghezza del canale tra questi due ultimi strati era di met. 2 e 22 centim., e la sua altezza di met. 1 e 62 centim.

L' inclinazione generale dell' acquidotto era fissato a 4 centim. su metri 100.

I muri di mattoni erano sormontati di un plinto di 75 cent. di altezza, formato da due filari di pietre di taglio aventi uno sporto di 5 centimetri sul paramento, e l'acquidotto era coperto di lastre in pietre da taglio di 3 met. e 64 cent. di lunghezza, met. 1 di larghezza e 35 cent. di grossezza, sporgente da ogni parte 24 cent. sul plinto inferiore.

L' acquidotto è costruito con le medesime cure in tutta la sua lunghezza, dalle sorgenti d' Eure d' Airan fino a Nîmes: sia che fosse innalzato sopra archi, come il ponte di Gard, sia che fosse sotterraneo e nascosto nelle montagne.

La sola differenza sta in ciò che nelle parti scoperte l' acquidotto era terminato da pietre come albiaino vedute, e che nelle parti sotterranee era coperto da una volta a tutto sesto in pietrame di 60 centim. di grossezza: il che dà a questa ultima parte un' altezza di 66 centim. di più in dentro, perchè le origini della volta erano sempre stabilite a met. 1.60 sul pavimento.

Si riconosce nell' acquidotto una petrificazione o concrezione considerabile formata da ogni lato contro il secondo strato del cemento antico. La qual petrificazione ha una grossezza press' a poco eguale a 29 centim. sull' altezza d' un metro sul fondo. A tal punto scema sensibilmente per scomparire al luogo più alto al quale le acque possano pervenire. Questa concrezione pietrosa, formata senza dubbio dai depositi successivi delle acque che colorono nell' acquidotto, sembra provare che la loro altezza fosse subordinata all'abbondanza delle sorgenti d'Eure ed Airan: che la loro altezza più costante fosse di un metro al di sopra della base e che s'innalzasse di rado a met. 1, 40 cent. perchè a quell' altezza non trovasi che una leggiera traccia di tal sedimento.

Il ponte di Gard, sendo stato rotto alle due estremità in epoca incerta e remotissima, credesi che il guasto debba attribuirsi ai Barbari, i quali, impadronitisi del paese di Nîmes, poco tempo dopo la prima loro invasione, sul principiare del quinto secolo, verso il 406, obbligarono gli abitanti ad arrendersi, privandoli delle acque loro somministrate dall' acquidotto. E però in tale supposizione, probabilissima, le acque avrebbero scorso nell' acquidotto per più di quattro secoli, e questo monumento, diventato inutile da quattordici secoli, è ancora in tale stato di buona conservazione ch'ei sarebbe pos-

sibile con pochissima spesa ripristinarlo. È a desiderarsi che si esamini il progetto dato a tale proposito dal signor Delon, già citato.

Al principiare del diciottesimo secolo, il duca di Rohan per agevolare li passaggio della sua artiglieria, al tempo delle guerre religiose di Linguadoca, fe' allo insù del fiume tagliare i piedritti degli archi del second'ordine sur un terzo della loro grossezza ed un'altezza di tre metri circa: fu in ugual tempo demolita una parte del massiccio del primo ordine, per praticarvi costruzioni in isporto e presentare per questo un più comodo passaggio all'artiglieria ed ai soldati del duca di Rohan.

Da quella mutilazione dovea derivare la rovina del ponte di Gard, che trovavasi privo di tutti i suoi appoggi sur un terzo della loro superficie, ed è cosa evidente che la sua conservazione è dovuta solo alle grandi dimensioni dei massicci di pietra adoperati alla sua costruzione; con tutto ciò manifestaronsi degli screpoli ed uno strapiombo considerevole.

Al principiare del secolo decimottavo, gli Stati di Linguadoca intesero ad impedire la inevitabile rovina del ponte di Gard, ed il signor Baviile, intendente di questa provincia, spedì nel 1699 l'architetto Daviler e l'abate di Lannoy, per esaminare lo stato del ponte di Gard, e determinare le riparazioni necessarie alla sua conservazione. I commissarii, avendo fatto il lor rapporto agli Stati, nel 1700, fu deciso che subito si riparerebbero i guasti ordinati dal duca di Rohan, riparando colla maggiore possibile esattezza, con pietre della stessa cava e delle stesse dimensioni, i tagli fatti ad ogni piedritto degli archi del second'ordine. La quale operazione accuratamente eseguita sortì ottimo effetto, ed a questa parte dell'edificio restitui l'appoggio di cui da quasi un secolo era stato privato.

Ma il commercio da gran tempo richiedeva si innalzasse un ponte sul fiume Gardon, per mantenere la comunicazione della Bassa Linguadoca con Lione e Parigi. Pitot, direttore dei pubblici lavori di Linguadoca e membro dell'Accademia delle Scienze, venne proponendo agli Stati di questa provincia di gettare un ponte pel passaggio dei traini contra la faccia orientale del ponte di Gard, seguendo rigorosamente nelle dimensioni delle pile e degli archi, quelle del monumento antico. Tale progetto che presentava il vantaggio di agevolare il passaggio del Gardon senza essere arrestati dalle inondazioni: di consolidare il monumento antico, di dargli un appoggio più con-

siderevole alla base e di procurare ai viaggiatori il piacere di facilmente contemplare questo bell'acquidotto, fu approvato dagli Stati del 22 gennajo dell'anno 1743, e la prima pietra del nuovo ponte fu posta solennemente il 18 giugno successivo. Pitot si valse di tale circostanza per fare eseguire alcune importanti riparazioni per la restaurazione del ponte antico: fe' cambiare parecchi cunei degli archi del primo e second'ordine che rovinati dal tempo, dai geli e dall'umido, minacciavano prossima rovina.

ARTICOLO III.

ANTICHI ACQUIDOTTI DI LIONE.

Nulla giova meglio a dare un'idea dello splendore della città di Lione sotto l'impero romano, degli avanzi de' suoi monumenti. Vedonsi ancora le vestigia dei templi, dei palazzi, degli anfiteatri, delle naumachie, delle terme e di parecchi acquidotti di cui tre furono costrutti sotto l'impero di Augusto, di Tiberio e di Claudio, per recar l'acqua nella parte di quest'antica città posta sulla montagna.

Il primo e il più antico di questi acquidotti costrutti dalle soldatesche di Marc'Antonio, traeva le sue acque dal Monte-d'Oro, per mezzo di due rami che abbracciavano il gruppo delle due montagne.

Le acque somministrate da questo primo acquidotto, sendo state trovate insufficienti per la parte della città situata dove trovasi attualmente il sobborgo Sant'Ireneo, fu costruito un secondo acquidotto per condurre le acque della Loira, prese vicino a Tours.

Il terzo acquidotto, che è quello che ci proponiamo descrivere, fu costruito sotto Claudio imperatore, nato a Lione, per recar le acque sulla parte più alta della montagna, ove era posto il palazzo imperiale. Aggiugni che tali acquidotti, innalzati nello stesso secolo, sono di egual costruzione: cioè, per gli archi a parti apparenti, di muratura indicata dai Romani e da Vitruvio col nome di *opus reticulatum*.

Fu poi costruito un quarto acquidotto lungo il Rodano, le cui acque eran tirate da Montluel e da Miribel, e che terminavasi ove ora s'incrociano le vie del *Phits-Gaillot* e del *Griffon*. Quest'ultimo acquidotto sembra essere stato destinato per gli usi della città bassa, ed è incerto se debbasi ai Romani.

§ 1. *Descrizione dell'acquidotto del monte Pila,
estratta da una Memoria del sig. Delorme.*

I Romani raccolsero al piede del monte Pila le acque che scendevano ad occidente di quest'alta montagna per condurle a Fourvières. Il fiume di Furand scorre, verso mezzodi, fino a Saint-Etienne, d'onde ad occidente va a congiungersi colla Loira. Il ruscello di Janon ha la sua direzione verso occidente, e viene a sboccare al di sotto di *Roche-taillée*, in un luogo detto la *Crase du Janon* (1), d'onde va a settentrione a gittarsi nel Gier a Saint-Chamond. La direzione del Gier, scendendo dalla montagna, tende a Settentrione, e passa a Saint-Chamond, dopo aver ricevuto il Janon e il Langoneau, d'onde porta le sue acque a levante nel Rodano. Il corso del Furand è più lungo per giungere al basso della montagna di quello del Gier, e le sue acque sono anche più abbondanti congiunto che siasi con un ruscello che riceve al di sopra di Saint-Etienne, come il Gier ne somministra più del Janon.

È certo che le acque del Janon, al pari di quelle del Gier, furono condotte a Fourvières; ed è probabilissimo che le acque del Furand avessero la medesima destinazione. Le acque del Janon furono prese nella *crase* del Janon, più di una lega distante, a mezzogiorno di Saint-Chamond, e condotte da un acquidotto sotterraneo, sulla destra di questo ruscello, fino al ponte acquidotto del quale vedonsi le rovine al di sopra della piccola Varizelle.

La presa delle acque del Gier, quantunque in parte rovinata, vedesi ancora nel casale della Martinière, a mezza lega da Saint-Chamond. L'acqua entrava in un acquidotto sotterraneo su la sinistra del Gier che passa sotto il villaggio, e segue il suo corso fino al congiungimento col Janon: d'onde questo acquidotto volge a destra, e lungo il Janon, fino al ponte acquidotto della piccola Varizelle, ove le acque del Gier e del Janon riunivansi in un solo acquidotto, sur un ponte lungo 100 tese innalzato a tal uopo, attraverso alla valle. Delorme fece forar l'acquidotto del Gier tra la Martinière e il villaggio di Izieux, e vi entrò per conoscerne la maniera di costruzione e le dimensioni.

Quanto alle acque del Furand erano prese a Saint-Etienne. Dal ponte acquidotto della piccola Varizelle, il corso dell'acquidotto di-

(1) *Crase* usato in poese ad indicare una gola, una valle.

rigesi verso Saint-Chamond, al di sotto della strada maestra sino all'incontro della valle di Langoneau, nella quale entra e d'onde segue la costa della valle, che sale sino ad un altro ponte acquidotto sul quale è portato al lato opposto. In questo luogo le acque del ruscello di Langoneau riuniscono a quelle del Pila nel medesimo acquidotto; il quale ruscello scende dalle altezze che sono ad occidente di San Giovanni di Bonnefont, e il suo acquidotto non viene molto da lontano. Tutte le quali acque erano contenute in questo acquidotto comune e sotterraneo sulla collina di Saint-Chamond, al di sotto del castello e lunghezza questa collina nei circuiti fino alla valle del Fay, nella quale l'acquidotto entra e risale per attraversare sur un terzo ponte, d'onde torna su la collina.

Dalla valle del Fay l'acquidotto entra molto innanzi in quello di Chaignon, alto tanto da attraversare senza ponte al di là del villaggio, sotto le acque del ruscello di questa valle che scorrono al di sopra. In questo luogo un ramo dell'acquidotto vi introduce le acque d'un ruscello della pianura che sta ad occidente: non è forse il solo ramo che poggia sul principal corpo dell'acquidotto.

Il quarto ponte acquidotto è a Saint-Genis-Terre-noire: il quinto, a San Maurizio sur-Dargoire; il sesto, a Mornant. Non ve ne ha a San Lorenzo d'Agnay. L'acquidotto sotterraneo passa a levante del villaggio. Il settimo ponte sul ruscello d'Arnienville, come pure l'ottavo, l'uno vicino all'altro, son posti sui confini della parrocchia d'Orlienas e di Soucieux. Tutti questi ponti sono collocati nelle valli.

Il nono ponte è in un affondamento estesissimo su l'altura di Soucieux. È terminato da un serbatoio sull'alto della collina meridionale della valle del fiume di Garon. Per passare questa valle profonda le acque del serbatoio colavano in tubi di piombo a foggia di sifoni, stesi sul pendio della collina e sul ponte costruito attraverso la valle, che può esser detto Ponte a sifone, d'onde i tubi egualmente stesi sulla collina opposta, versavano le loro acque nel serbatoio di Chaponost.

Da questo serbatoio le acque entravano in un acquidotto portato dal decimo ponte nella parte meridionale di Chaponost, e che è sotterraneo nel suo circuito all'occidente del villaggio. Ei ricompare a settentrione sull'undecimo ponte, composto di novanta archi, dei quali ne rimangono ancora più di sessanta. Questo era pur terminato da un altro serbatoio d'onde l'acqua scendeva per mezzo di tubi nella valle di Bonan, più profonda della precedente, e passava sul

secondo ponte a sifone, d'onde risaliva sino ad un altro serbatoio a Sainte-Foy. Correva poi sur un ponte acquidotto il dodicesimo di tale natura. Questo acquidotto si fa poi sotterraneo e continua ad esserlo sotto l'altura di Sainte-Foy fino al tredicesimo ponte acquidotto, che vedesi fuor della porta Sant'Ireneo. Là trovasi ancora un serbatoio la cui acqua scendeva nei tubi di piombo, che passavano nei fossi di Sant'Ireneo, e risalivano sino in un altro serbatoio costruito sul pilone che vedesi nei muri della città al maglio di Fourvières, al di sopra della porta di Trion, accanto ad una torre. I tubi non erano portati in questa valle sur un ponte a sifone: non ve ne ha alcun vestigio. Erano posati sur un massiccio di muratura.

Le acque, recatesi in questo serbatoio, passavano in un acquidotto diretto da mezzogiorno al nord di Fourvières, terminato dal gran serbatoio di casa Angelica, donde conducea le acque portate sur un quattordicesimo ponte. È l'ultimo di questa serie senza comprendervi i due ponti a sifone. V'ha pure apparenza che da questo acquidotto si distribuisse una parte dell'acqua all'anfiteatro dei Minimi ed al palazzo imperiale, posto dove trovansi ora gli edificj dei religiosi *Antiquailles*, ed a un casino di delizie di cui veggonsi le sotterranee rovine nei fondi della casa della Serra. Due acquidotti sotterranei che si incrociano sotto casa Bourgeat, indicano la loro direzione.

Questo acquidotto ha più di tredici leghe d'estensione, a cagione dei tanti suoi giri, quantunque la distanza a destra non sia che di otto leghe; e il suo pendio è di 360 piedi, dal ponte della piccola Varizelle sino a Fourvières: ma se si aggiungono a questa estensione i diversi rami delle prese d'acqua, la lunghezza di queste costruzioni può essere portata a quindici leghe.

ARTICOLO IV.

COSTRUZIONE

Per costruire questi acquidotti si cominciò dal fare una trincea larga 5 piedi e profonda 10, seguendo il pendio uniforme di 1 piede per 100 tese. In questa trincea costruivasi l'acquidotto in muratura, mantenendo la stessa larghezza nelle rocce che nel terreno, come vedesi vicino al villaggio di Chaignon.

Sul fondo di questa trincea si fece un massiccio di muratura grosso

un piede, sul quale furono eretti due muri ciascuno di un piede e mezzo di grossezza e 5 piedi di altezza, a 2 piedi di distanza l'uno dall'altro, formante il canale pel passaggio dell'acqua. Questi due muri erano sormontati da una volta a tutto sesto, grossa un piede e coperta ordinariamente di 2 piedi di terra. L'interno del canale è ricoperto d'un strato di cemento di 6 pollici di grossezza al basso e di pollici uno e mezzo sui muri, il che riduceva l'intervallo tra gli intonachi di cemento dei muri a 21 pollici.

I muri erano costrutti a pietrame di roccia dai 3 fino a 6 pollici di grossezza, posti a bagno di malta, in modo che non trovisi assolutamente alcun vuoto tra le pietre. Si pensò di far uso di pietrame più grosso che 6 pollici, perchè i muri a piccole pietre, ben muniti di cemento, formano un massiccio più solido che se fosse di grosse pietre a cagione della grande quantità di cemento che vi entra. Non entrarono mattoni in quelle costruzioni.

I Romani preferivano la grossa sabbia per questa specie di muratura, alla sabbia fina, che non è opportuna per gli intonachi, e quando erano costretti a servirsene avevano cura di mescolarla col mattone polverizzato. Lo stesso operavano per la sabbia troppo grossa. La calce fatta con buone pietre non era risparmiata.

Il cemento adoperato per gli intonachi degli acquidotti era composto di parti di mattoni grossi come piselli pei primi strati, e di più fini per l'ultimo. Nell'intonaco sul fondo i pezzi sono grossi come noci e come uovi: il misto era fatto con calce nuovamente spenta, senz'altra composizione. Quanto contribuisce a fare il buon cemento come la buona calce, è che l'una e l'altro sieno bene rimestati e la miscela ne sia fatta esattamente prima di stemperarla, il che si conosce quando il colore del misto è eguale in tutta la massa.

Negli acquidotti fuori terra, i muri hanno dai 22 sino ai 24 pollici di grossezza: i paramenti esterni sono di muratura reticolata, di cui ogni pezzo ha 3 pollici e 6 linee in quadrato, senza alcun filare di mattoni.

La copertura della volta dell'acquidotto fuori terra, era un po' convessa per lo scolo delle acque pluviali, si però da servire di strada per andare ai serbatoi e nell'acquidotto, ove entravasi da porte di ferro in forma di cateratta di 2 piedi quadrati, praticati nella volta del serbatoio e in quella dell'acquidotto. Gli acquidotti sotterranei avevano somiglianti porte in forma di pozzi quadrati, innalzate due o tre piedi sopra terra: se ne trovano ancora due tra Mornant e San Lorenzo d'Agny.

Per praticare l'ingresso delle acque nell'acquidotto, dovea esservi una cataratta o una porta ad incastro ad ogni presa d'acqua, per non lasciar entrare che una quantità regolata per ogni ramo. Esse non doveano somministrare insieme che 21 pollici d'altezza, bastanti ad empire i sifoni. Senza tale precauzione, il volume d'acqua che sarebbe stato di più di 4 piedi, sarebbe divenuto troppo considerevole. Si alzavano e si abbassavano probabilmente le cateratte, in ragione dell'aumento e della diminuzione delle correnti: potevasi ancora ovviare alla troppo grande quantità d'acqua con questi diversorii.

L'acquidotto fuori terra era sostenuto sur un massiccio di muratura grosso 6 piedi, quando l'altezza al di sopra del suolo non era che di 6 a 7 piedi. Ma quando era più grande si costrussero archi e finalmente piloni a questi archi, a misura che cresce l'altezza. Da questa altezza dipende la larghezza degli archi, la grossezza dei piloni e la loro altezza. Per un'apertura di 8 piedi di altezza, la larghezza è di 12 piedi: e i piedritti di 6 piedi su 12, con un arco a tutto sesto. Quando l'ineguaglianza del terreno non permetteva di dare dappertutto egualmente 18 piedi di altezza all'apertura degli archi di uno stesso ponte, si abbassavano i piloni senza cangiar nulla alle altre dimensioni. Le pile degli archi della piccola Varizelle hanno 5 piedi e 9 pollici di grossezza: quelle di Chaponost, 5 piedi, 10 pollici, ed a Fourvières 6 piedi. Ma tale grossezza delle pile al pari di quella della loro faccia, aumentava per maggiori altezze, come vedesi a Chaponost ed a Sant'Ireneo. L'arcata che precede il serbatoio di Sant'Ireneo ha 31 piedi sotto la serraglia: la sua larghezza è di 15 piedi, 6 pollici, e le faccie delle pile hanno la metà della larghezza degli archi, o 7 piedi, 9 pollici. Siccome la parte superiore, nella quale trovasi il canale, non ha che 6 piedi di grossezza per accordarla cogli archi, si è fatto al di sopra dell'imposta una risega di 10 pollici in pendio sur ogni faccia, che riduce la pila e l'arco a 6 piedi di grossezza. Pure su questa risega si è innalzato un pilastro di 10 pollici di sporto su circa 3 piedi di faccia per fortificar l'acquidotto.

I fondamenti delle pile di media altezza sono profondi 3 a 4 piedi giusta la natura del terreno, e 6 ad 8 piedi per le più alte con una risega di 6 pollici, almeno al livello del terreno.

I quali diversi sostegni di acquidotto sono d'una medesima costruzione, in piccolo pietrame posto a filari ed a bagno di malta, e le faccie apparenti in muratura reticolata. Tale muratura reticolata

era insieme legata di 4 in 4 piedi, con due ordini di grandi mattoni di 22 pollici quadrati su 2 pollici di grossezza: gli angoli in piccole pietre piatte che non formavano legame sufficiente con quelle poste a rombo, contribuirono alla rovina di questi angoli e delle pile che furono tolte per costruzioni particolari.

Queste pile non han potuto essere formate che ad incassamenti di 4 in 4 piedi costretti da due corsi di chiavi o bande.

Gli archi sono a tutto sesto formati da canei di pietre piatte, di circa 3 pollici di grossezza ed alternativamente di un gran mattone. Sono estradossati e terminati da un ordine di mattoni, che forma un listello intorno. Al di sopra della chiave regna una doppia fila di mattoni in tutta la lunghezza dell'acquidotto senza formare aggetto. Su questo doppio ordine sta il fondo dell'acquidotto. Non vi sono che gli archi del ponte o acquidotto di Langoneau, di cui più non restano che sette pile, che sieno non in muratura reticolata, ma a pietre piatte di tre o quattro pollici nei paramenti.

La valle che s'apre tra Soucieux e Chaponost ha 200 piedi circa di profondità. Cinque ponti sovrapposti sarebbero appena bastati in altezza per passar l'acquidotto da una parte all'altra, e l'ultimo di questi ponti sarebbe stato di circa 400 tese di lunghezza.

Per la valle tra Chaponost e Sainte-Foy, di circa 300 piedi di profondità, e nella quale passa il fiume di Izeron, sarebbero stati necessari otto ordini di archi, gli uni su gli altri, tutti lunghissimi.

Per la terza valle tra la collina del piccolo Sainte-Foy e quella di Fourvières sarebbero state necessarie tre file d'archi.

Tutte queste costruzioni avrebbero dato motivo a lavori prodigiosi e ad una spesa enorme, capace di fermare l'esecuzione del progetto: ma l'intelligenza degli architetti che ne furono incaricati, lor fece immaginare di sostituire a tali costruzioni tubi di piombo formanti sifoni, di un lavoro e d'una spesa meno considerevoli.

E però pel passaggio della valle del Garon, l'acquidotto giunto sull'altezza della collina, spandeva le sue acque in un serbatoio collocato sur una torre quadrata.

Questo serbatoio ha 14 piedi di lunghezza su 4 e mezzo di larghezza e 7 d'altezza, sino sotto la serraglia. I muri sono alti 4 piedi e mezzo fino sotto l'origine della volta, e grossi 2 piedi e 3 pollici. La volta ha sulla metà un'apertura di 2 piedi quadrati, che serviva d'ingresso nel serbatoio. Il fondo è rivestito di uno strato di cemento di 6 pollici di grossezza, con un raccordo di

3 pollici, per levare l'angolo dei muri col fondo al pari degli angoli saglienti formati dai muri. Vi erano due ordini di verghe di ferro di 3 linee quadrate, per servire a mettere i piedi quand'entravasi nel serbatoio.

Il muro dal lato della valle era forato a 9 pollici al di sopra del fondo, di nove aperture ovali di 12 pollici di altezza su 10 di larghezza, e 7 pollici di intervallo gli uni dagli altri. Da queste aperture l'acqua esciva dal serbatoio di cacciata, per altrettanti tubi di piombo che discendevano nella valle, stesi dapprima su archi saglienti poi sur un massiccio di muratura il cui pendio era regolato fino al di sopra degli archi su quali attraversavano il fondo della valle.

Di là questi tubi risalivano dalla parte opposta, stesi egualmente sur un altro masso di muratura, terminato da archi saglienti, che davano ingresso in un altro serbatoio posto a livello con l'acquidotto di Chaponost. Fu trovato sulla costa del Garon un avanzo di questi massicci di muratura grosso un piede, sui quali erano stesi i sifoni. Questo serbatoio differisce dal primo in ciò che i tubi prendevano a quello le acque dal basso del serbatoio, questo le versava dall'alto, cioè a 3 piedi circa al di sopra del fondo, affinchè il serbatoio e l'acquidotto di fuga potessero contenere 2 piedi d'altezza d'acqua. L'acqua poteva innalzarsi dai 3 a 4 piedi in quello di cacciata, a cagione della resistenza che l'aria opponeva al suo ingresso nei sifoni.

Il ponte a sifone sul quale i tubi attraversavano la valle, è costruito e disposto nelle stesse proporzioni dei ponti acquidotti, le sue pile avendo sei piedi di facciata, l'apertura 18 e l'altezza dell'arcata 36. Ma questa parte differisce dalle altre nella sua larghezza, quadrupla di 24 piedi, e nelle sue pile che formavano una fuga di bellissima prospettiva ed un passaggio coperto sotto il ponte. Gli archi forati nelle porte hanno 14 piedi di larghezza su 21 di altezza. I loro archi sono formati a cunei di pietre piate e mattoni alternativamente posati. Le faccie sono in muratura reticolata di pietre grigie e nere, in forma di scacchiere. Pure, siccome questi fori indebolivano le pile più alte, ne venne la necessità di murare in pieno con muratura dello stesso genere. Due archi del ponte acquidotto di Bauman caddero, nel 1757, perchè i peducci non erano stati murati. Un piedritto era rovesciato da lungo tempo, e questo doppio peduccio formava una chiave tra i due archi sur una lunghezza di 45 piedi. Il di sotto della chiave era formato in tutta la sua estensione di grandi mattoni di 22 pollici. Le centine degli archi sono divise in sette

cunei per doppii ordini che prolungansi in tutta la grossezza del ponte.

Giusta Delorme, i nove sifoni che uscivano dal serbatoio per altrettanti orifici aveano ciascuno 8 pollici di diametro interno, che svasavansi in queste aperture sur 11 pollici di altezza per agevolare l'ingresso dell'acqua. Questi tubi, di circa un pollice di grossezza, scendevano fino a metà del pendio del serbatoio al ponte, press' a poco di 75 piedi, in cui si dividevano in due rami di un po' meno di 6 pollici di diametro, che passavano sul ponte e risalivano la costa della valle opposta sino a 70 piedi ove i due rami si riunivano, come dall'altro lato, in un sol tubo di 8 pollici che andava fino al serbatoio.

Delorme spiega questa ipotesi dicendo che se a ciascuno dei tubi di 8 pollici non avessero corrisposto due rami di 6 pollici, non si avrebbe avuto bisogno di dare 24 piedi di larghezza al ponte, mentre i due archi delle estremità non hanno che 15 piedi. Siccome questi doppii rami non potevano occupare che 18 piedi e mezzo, lasciando tra loro una distanza di 6 pollici, rimarrebbero ancora 5 piedi e mezzo, per un sentiero e due parapetti. I tubi ed i rami doveano essere retti da sostegni di pietra collocati di 3 in 3 piedi per agevolarne la visita e le riparazioni.

Quanto a me son d'avviso che i nove tubi che partono dal serbatoio di cacciata andando al serbatoio di fuga, fossero gli stessi in tutta la loro estensione, e passassero sn gli archi ai quali per tal ragione erasi data una larghezza di 14 piedi circa, bastante pel passaggio di nove tubi aventi da un mezzo all'altro 17 pollici d'intervallo.

Prodotto presunto di questo acquidotto.

Circa alla quantità d'acqua che somministrar doveva l'acquidotto del monte Pila, sendo la larghezza del canale di questo acquidotto di 21 pollici, la sezione dovea essere di 441 pollici, e supponendo la velocità di 5 piedi per secondo, Delorme trova, senza aver riguardo alla diminuzione di velocità provata dall'acqua che corre in un canale, in ragione della sua lunghezza, un prodotto di 15 piedi, 3 pollici e 9 linee cubiche per secondo: di 918 piedi, 9 pollici al minuto, il che forma 55125 piedi all'ora, ed in 24 ore 1323000 piedi cubici, o circa 2397 pollici d'acqua da fontaniere, misura di Parigi.

La quale quantità prodigiosa deriva da ciò solo che Delorme nel suo calcolo, non ha fatto una esatta applicazione dei principii d'idro-

dinamica, che servono a determinare la velocità dell'acqua nei canali d'acquidotto: perchè la velocità che ei suppone sarebbe cinque volte più grande di quella dell'acqua che corre negli acquidotti di Roma, quantunque il volume di questi ultimi sia molto più considerevole, ed essi abbiano 18 a 20 pollici di pendio per 100 tese.

Dalle esperienze istituite a Roma con molta accuratezza ed esattezza, la massa d'acqua che scorre nel canale dell'acquidotto *Felice*, che ha 2 piedi, 9 pollici di larghezza su 3 piedi e 3 linee d'altezza, la velocità dell'acqua non fu trovata che di 12 pollici e quattro decimi per secondo, per una lunghezza di 100 tese, quantunque il pendio per questa lunghezza sia di 18 pollici invece di 12.

Da tale esperienza e dall'applicazione dei principii dell'idrodinamica, la massa d'acqua che scorre nel canale dell'acquidotto del monte Pila, sendo di 21 pollici d'altezza, con un pendio di 12 pollici ogni 100 tese, la sua velocità per 100 tese di distanza non doveva essere che di circa 8 pollici per secondo, e il suo prodotto di 2 piedi cubici: il che dava 120 piedi al minuto, 7200 piedi all'ora, e 172800 piedi, circa 300 pollici d'acqua da fontaniere per 24 ore, invece di 1323,000 piedi cubici trovati dal signor Delorme.

Altra applicazione.

La distanza dell'acquidotto del monte Pila dalla piccola Varizelle sino all'ultimo serbatoio di casa Angelica, descritta e misurata sulla carta di Cassini, è di 22900 tese, che in ragione di un piede di pendio ogni 100 tese, darebbero 229 piedi, ai quali aggiugnendo 45 piedi pei rami verticali delle tre parti d'acquidotti a sifone, si avrebbero 274 piedi di differenza di livello: il che darebbe, applicandovi il calcolo, una velocità iniziale di 90 piedi al secondo, e per velocità finale, 11 pollici ed 1 una linea per secondo; senza aver riguardo all'attrito che doveva aver luogo tanto nei canali quanto nei tubi formanti sifone; il che ridurrebbe questa velocità ad 8 pollici, come già abbiamo calcolato.

§ 1. *Serbatoio di cacciata e di fuga di Baunan e di Sant'Ireneo.*

Il serbatoio di cacciata per la valle di Baunan ha 18 piedi di lunghezza e 6 di larghezza: era forato da dodici aperture per altret-

tanti sifoni. Giusta Delorme, questo aumento di tubi per una stessa quantità d'acqua proveniva da una valle più profonda e più larga di quella di Garon; ei pensa che, sendo più considerevole la pressione, come più la caduta è grande, si moltiplicassero i sifoni per dividerne lo sforzo, in proporzione diminuendo il loro diametro.

D'altra parte il ponte a sifone è costruito come quello del Garon. Non vedesi alcun vestigio del serbatoio di fuga che era a Sainte-Foi. Il serbatoio di cacciata di Sant'Ireneo par simile a quello di Soucieu; il suo arco rampante è largo 15 piedi. Delorme crede sia stato forato da un minor numero di sifoni di quello di Soucieu, ma che avesse aperture più larghe per tubi di maggior diametro, come sembra da alcuna di quelle aperture che sussistono ancora.

Il serbatoio di fuga somigliante a quello di cacciata, del quale vedesi, dice il signor Delorme, la pila al Maglio, nel muro della città, accanto d'una torre comunicava l'acqua per via d'un acquidotto al serbatoio di casa Angelica. Questo serbatoio aveva uno scaricatore, stando a certe vestigia di volte che veggonsi nel muro della città dalla parte del fosso. Il signor Delorme notò che i serbatoi di cacciata hanno un'apertura alta piedi 4 e mezzo circa sul condotto, per servir di diversorio facendo colar l'acqua a piedi della torre, e per agevolarne lo spurgo e le riparazioni.

§ 2. Serbatoio di casa Angelica.

Il gran serbatoio di casa Angelica, il cui fondo è coperto di terra, era sopportato da parecchie volte a botte, nella direzione da settentrione a mezzogiorno separate da un muro divisorio di 2 piedi e mezzo. Rimangono ancora cinque di tali volte, lunghe 21 piedi e larghe in opera 11 piedi e mezzo. Sono a tutto sesto, costrutte in pietrame con filari di mattoni a cunei, distanti di 10 pollici e mezzo od un piede romano, il tutto senza cemento. Lo scaricatore, sur un piede e mezzo, voltato su 4 piedi d'altezza, trovasi in un muro grosso 7 piedi e mezzo, a levante di queste volte. L'acqua vi discendeva da un pozzo di 1 piede e mezzo quadrato, che unisce il muro di mezzogiorno grosso più di 10 piedi.

Fra Decolonia nella sua storia letteraria della città di Lione, dice che in questo luogo trovansi da venti a trenta tubi di piombo lunghi da 15 a 20 piedi, segnati colle iniziali: TI. CL. CAES. (*Tiberius Claudius Caesar*). Questo autore non avea conoscenza alcuna

del serbatoio scoperto da Delorme, ed al quale questi tubi potevano essere destinati per distribuir le acque nel palazzo e nei giardini di Claudio imperatore.

§ 3. *Acquidotto antico di Metz.*

Questo acquidotto fu costruito dai Romani in tempo in cui questa città era sotto la loro dominazione: ma non siamo certi dell'epoca alla quale una tal costruzione può riferirsi.

Leggesi nella storia della città di Metz, che le legioni romane ne furono espulse verso l'anno 70 dell'era volgare. Siccome la ritirata di queste truppe fu preceduta da guerre e da trambusti, sembra probabile che la costruzione dell'acquidotto, al pari di quella degli altri grandi edifizi innalzati dai Romani a Metz, risalga a più remoti tempi, e cominci dai primi imperatori, forse da quando le legioni di Cesare occupavano le Gallie.

Le acque principali che l'acquidotto di Metz conduceva in questa città, erano prese in una valle al di sopra di Gorze detta *les Bouillons*. Si presume che si raccogliessero le acque di questa valle in un bacino, d'onde entravano nel canale dell'acquidotto, che era sotto terra in questo luogo.

Questo canale aveva in opera 6 piedi di altezza su 3 di larghezza: era stabilito sur un massiccio in pietrame greggio, posto a bagno di malta, con la grossezza proporzionata alla solidità del terreno. Nei luoghi in cui il fondo era buono, non v'era che un piede di grossezza. La faccia dei muri in dentro era di pietrame preparato e posto a filari regolari. Questi pietrami, il cui paramento formava un quadrato lungo da 7 ad 8 pollici su 3 circa di altezza, avevano quasi un piede di coda: quelli della faccia esterna erano semplicemente sbazzati. Il muro dalla parte della montagna avea maggiore o minor grossezza, secondo che dovea sostenere una maggiore o minore spinta di terre. Nei luoghi meno soggetti a questo inconveniente, non avea, come quello del lato opposto, che un piede o due di grossezza. La volta era a tutto sesto: i cunei di quasi un piede quadrato sulle commessure, avevano due pollici di grossezza verso l'intradosso e tre all'estradosso. Questa parte era coperta da una muratura grossa dai 7 o 8 pollici, di pietrame ordinario. Per togliere alle acque di filtrare, l'interno dei piedritti del canale era rivestito, all'altezza di 3 piedi, da un cemento che per lo solito ne avea 2 di grossezza: ma quello del fondo ne avea regolarmente 3.

Gli scavi e le indagini praticate dai Benedettini, autori della storia della città di Metz, avendo lor fatto riconoscere la direzione dell'acquidotto da Gorze sino a Metz, potemmo in quest'opera segnarne la direzione.

§ 4. *Acquidotto di Bourgas vicino a Costantinopoli.*

Nella valle di Bourgas, tre leghe circa lontano da Costantinopoli, sono tre acquidotti che portano le acque in questa città. Il più notevole, tanto pel suo bell'ordine quanto per la solidità di sua costruzione, è voce in paese sia stato costruito sotto l'imperatore Giustiniano.

Questo acquidotto attraversa una stretta e profonda valle. È alto circa 18 tese, o 108 piedi: lungo al basso non più di 70 tese e 420 piedi, ma in alto è di 120 tese.

La parte al di sopra della valle che forma il mezzo dell'acquidotto si compone di due piani, ciascuno di 4 grand' archi a sesto acuto. Quelli al basso hanno 8 tese e 4 piedi di diametro, e 7 tese e tre quarti d'altezza; quelli del second'ordine sono più stretti, la loro apertura non eccede le 6 tese e 3 quarti, e la loro altezza sei tese e un piede.

Le pile che separano gli archi al basso, hanno ognuna 6 tese e 3 quarti di larghezza: sono forate un po' al di sopra delle imposte da piccoli archi di una tesa, 5 piedi di larghezza. In ognuna delle pile degli archi del second'ordine son praticati due piccoli archi collocati l'un sopra l'altro, di cui il diametro è di tese 2 e mezzo..

All'esterno le pile sono fortificate da contrafforti prismatici a basi triangolari diagonalmente tagliati di modo che terminino in alto in linea retta, e riducono la grossezza dell'acquidotto a destra del canale a 3 piedi e 6 pollici, mentre al basso la sua grossezza è di 3 tese, indipendentemente dai contrafforti. Al di sopra del primo piano degli archi, in tutta la sua lunghezza è praticato un passaggio di 4 piedi d'apertura che serve ad accedere da una montagna all'altra, per mezzo d'una strada esterna che comunica a rami di scala che terminano questo passaggio interno, e danno modo di far passare le bestie da soma da una riva all'altra. L'acquidotto prolungasi da destra a sinistra per mezzo di piccoli archi e sustruzioni, che portano il canale all'altezza delle creste delle montagne.

Questo canale sembra largo due piedi circa, ed alto 4, ed è coperto da lastre di pietra che formano un tetto a due piovanti.

ARTICOLO V.

PRINCIPALI ACQUIDOTTI MODERNI D'ITALIA E DI FRANCIA.

§ 1. *Acquidotto di Caserta.*

Questo acquidotto, costruito per ordine del re di Napoli, Carlo III, per condurre le acque nel castello da lui fatto costruire a Caserta, città posta 5 leghe distante dal settentrione di Napoli, nella pianura ove un tempo era Capua (1), fu incominciato nel 1753 dall'architetto Vanvitelli. È lungo più di 9 leghe dalle fonti che lo alimentano sino ai giardini di Caserta. Queste fonti sono al piede della montagna detta Taburno; la principale è chiamata *sorgente de la Sfizio*: vi si uniscono poscia parecchie altre sorgenti che stanno nel luogo detto *Airola*. Quest'acque raccolte in un acquidotto attraversano il fiumiciattolo detto *Faenza*, sur un ponte di tre archi costruito nel 1733.

V'ha poi nella valle di Durazzano un altro ponte di tre archi, sul quale l'acquidotto attraversa la valle al di sopra d'un torrente, per andare della montagna detta *San' Agata de' Goti*, al monte Durazzano. L'acquidotto attraversa poscia una valle profonda posta fra monte Longano e i monti Tifata, dov'è l'antica Caserta verso il Monte di Gazzano. Pel passo di questa valle abbisognarono grandissime costruzioni, le quali consistono in un ponte acquidotto di 1618 piedi di lunghezza, su 178 di altezza, composto di tre ordini d'archi, gli uni al di sopra degli altri.

Il rango inferiore ha 19 arcate, quello di mezzo 27 e il superiore 23. La grossezza, al basso, del muro degli archi è di 20 piedi, lo sporto dei contrafforti di 6; l'apertura degli archi pure di 20.

Al di sopra del primo ordine di archi, la grossezza del muro è di 12 piedi, lo sporto dei contrafforti di 6.

I contrafforti s'innalzano in tutta l'altezza: ed al terzo ordine le

(1) Quando partii alla volta d'Italia, al principiare del 1783, il signor Lalande mi diede un esemplare della prima edizione del suo viaggio in Italia, pregandomi di porre in margine delle note, per rettificare i luoghi che non mi sembrassero esattissimi, soprattutto rispetto all'architettura. Al mio ritorno, sul fine del 1784, gli consegnai l'esemplare su cui avea fatto alcune postille. Mi si offerse modo in tale occasione di riconoscere l'esattezza di parecchie descrizioni, e fra le altre quella dell'acquidotto di Caserta, di cui ho presentato un estratto.

(L'autore)

pilaie intermedie sono fortificate da pilastri, la cui larghezza è di 5 piedi e 9 pollici, e lo sporto di 14 pollici.

Il passaggio praticato nella grossezza delle pile, al di sopra di ogni ordine di archi, ha 4 piedi di larghezza.

Il canale nel quale scorre l'acqua ha 3 piedi ed 8 pollici di larghezza su 5 piedi circa di altezza. Il volume d'acqua ha a piedi, 5 pollici di altezza.

La lunghezza intera dell'acquidotto dalla presa d'acqua è di 21,133 tese. Il suo pendio non è che di $\frac{1}{1000}$ o $\frac{1}{100}$ di linea la tesa, invece di una linea e $\frac{1}{2}$ assegnata dai Romani ai loro acquidotti, cioè più di 7 volte e mezzo meno. I moderni, che vollero dar sì poco pendio ai loro acquidotti, non hanno pensato che stando le velocità tra loro come i quadrati delle altezze, ne deriva che dando 7 volte e mezzo meno di pendio, i prodotti son meno del cinquantaseiesimo, il che riduce a pochissimo l'acqua somministrata dagli acquidotti, siccome accade a Caserta.

Il serbatoio che trovasi a 1600 tese dal castello è di 400 piedi superiore al livello della corte, e a 426 piedi e 5 pollici al di sotto della sorgente. Se si fosse dato all'acquidotto una linea di pendio la tesa o $\frac{1}{100}$ avrebbe avuto su tutta la lunghezza una totale inclinazione di 147 piedi, invece di 26 piedi e 5 pollici, e questo pendio avrebbe ridotto l'altezza del serbatoio a 279 piedi e 5 pollici al di sopra della corte del castello, altezza sufficiente per tutti i bisogni e per l'abbellimento dei giardini. E si avrebbe potuto avere una quantità di acqua sei a sette volte maggiore, per la maggior velocità che sarebbe derivata dal pendio.

Le opere che bisognò praticare sotto terra per la costruzione di questo acquidotto sono molto più considerevoli di quelle fatte superiormente: bisognò forar cinque volte le montagne: la prima a Prato, nel tufo, su la lunghezza di 1100 tese: la seconda a Ciesco, nella pietra nera, sur una lunghezza di 950 tese: la terza nella montagna della Croce, sur una lunghezza di 350 tese, nella roccia viva e nella terra grassa: la quarta a Gerzano nella roccia viva, sur una lunghezza di 570 tese, e finalmente la quinta nella montagna di Caserta sur una lunghezza di 230 tese.

Per dar aria e luce al canale si forarono pozzi, alcuni dei quali hanno fino 250 piedi di profondità e 10 piedi di diametro al basso, ridotti a 4 piedi all'alto.

§ 2. *Ponte acquidotto di Castellana.*

Questo ponte acquidotto fa parte d'una cateratta antica, dalla quale si arriva a Civita Castellana. Questa cateratta è lunga circa 128 tese e larga 5: la sua maggiore altezza è un po' minore di 20 tese. È forata nel mezzo della sua lunghezza, da 9 grandi archi, tre dei quali hanno 13 tese e mezzo di diametro, gli altri 10. Le pile di alcuni di questi archi sono consolidate da contrafforti. Superiormente agli archi di questo ponte corre l'acquidotto, la cui altezza è un po' minore di 8 tese, ed è sostenuto da archi larghi tre tese.

§ 3. *Acquidotto di Mompellieri.*

Questo acquidotto è una delle più belle opere di siffatto genere che vedansi in Francia. La sua lunghezza è di circa 500 tese: serve a condurre a Mompellieri le acque di San Clemente e di Bouldidou. Fu costruito in 13 anni da Pitot, ingegnere e membro dell'Accademia delle Scienze. Questo acquidotto è formato da due ordini d'archi: quelli al basso, settanta, hanno 26 piedi di larghezza cadauno: i piloni che li separano hanno 11 piedi e 4 pollici circa. Gli archi del second'ordine, che sono molto più piccoli, sono di modo distribuiti che se ne trovano tre da mezzo a mezzo delle pile inferiori. Il loro diametro è di 8 piedi e 5 pollici: i piedritti hanno 4 piedi di lunghezza. La maggiore altezza dell'acquidotto è di 86 piedi.

§ 4. *Acquidotto di Spoleto.*

Fu un tale acquidotto costruito verso l'anno 741 dell'era volgare, da Teodorico re de' Goti, per andare alla città di Spoleto, posta sulla sommità di una montagna. È composto di dieci grandi archi gottici, di 66 piedi circa e 10 pollici e due terzi di diametro, sorretti da pilastri grossi 10 piedi e più. Gli archi di mezzo collocati al di sopra del torrente della Moragia; sono alti circa 308 piedi. Al di sopra del ponte è l'acquidotto che porta acque a Spoleto. Questo monumento d'arditissima esecuzione, costruito di durissima pietra, sussiste ancora per intero. La sua lunghezza totale è di 761 piede e mezzo e la sua larghezza di 41 piede.

§ 5. *Acquidotto del principe di Biscari.*

Costrusse questo acquidotto il principe di Biscari di Sicilia, a sue spese sul fiume S. Paolo, l'antico Simeto; porta esso un'acqua salubre nei fondi del principe di Biscari, serve in pari tempo di ponte ai viaggiatori per attraversare la valle. È composto di trentun' arco, il più largo dei quali a cavaliere del fiume, e largo 84 piedi di Francia, o 120 palmi siciliani.

Il passaggio o ponte è stabilito al di sopra del primo ordine di archi: il canale per le acque è al di sopra del second'ordine. Ha 360 pollici di lunghezza. L'altezza dei due piani è di 160 palmi. Vuolsi che tale costruzione fosse eseguita in due anni.

§ 6. *Acquidotto d'Arcueil.*

L'imperatore Giuliano avendo fatto innalzare un edificio, sull'area occupata ora dalla Sorbona e del palazzo Cluny, fe' costruire un acquidotto che avea più di 8000 tese di lunghezza per condurre nel suo palazzo e nelle terme che ne dipendevano, le acque dei villaggi di Louan, Montjean; Chilli, Vuisous ed altri luoghi vicini.

Questo acquidotto fu distrutto dalle scorrerie dei Normanni: le opere dei Romani furono abbandonate, e per più di 800 anni le acque non arrivarono più a Parigi.

Ma nel 1608, due anni prima della morte di Enrico IV, furono emanati ordini da Sully, per far la ricerca delle acque della pianura di Rungis e si cominciarono gli scavi necessari alle fondazioni dei moli e degli acquidotti.

Per un avviso del Consiglio del re, pubblicato nell'ottobre del 1612, fu stretto un contratto per la continuazione delle ricerche delle acque e per la costruzione degli acquidotti onde condurle a Parigi.

I lavori furono del tutto terminati nel 1634, e dopo il collaudo delle opere e la misura delle acque che arrivavano al quartiere dell'osservatorio consistò nel processo verbale che ne giungevano 55 pollici. Bisognò distribuirne a Berny, Arcueil e Gentilly 5 pollici e un quarto e 16 linee, per compensare i proprietari delle terre sui quali aveano scavato. Su questi 55 pollici il re se ne riservò 43 e i 12 rimanenti furono abbandonati in pieno possedimento agli appaltatori.

Per siffatte costruzioni non si adoperarono opere antiche romane

e le ricerche delle acque furono fatte soltanto nella pianura di Rungis a 1000 o 1200 tese più vicino a Parigi.

Bisogna notare che nel 1627, il re Luigi XIV, essendo a Ville-roi, avea concesso con un brevetto, al marchese d'Effiat, la proprietà degli antichi moli, bacini di esplorazione ed acquidotti situati nella pianura di Chilli e Wuisous, sulla domanda che ne avea fatto il signor Effiat, il quale avea scoperto nelle terre del suo marchesato l'acquidotto antico che conducea le acque di Louans, Wuisous e Chilli a Parigi, e le cui vestigia mostransi ancora ad Arcueil vicino al nuovo acquidotto.

Il brevetto di questa donazione mosse da ciò che le opere antiche erano divenute inutili ed abbandonate, per mezzo delle nuove acque di Rungis: pure il re avea posta la condizione che potrebbe, se gli paresse e quando più gli piacesse, ripigliar la metà delle acque, senza che il signor Effiat, per ciò, pretendere potesse alcun compenso.

Par quindi che volendosi accrescere la quantità d'acqua somministrata dall'acquidotto di Arcueil, potrebbesi, traendo partito dalla vantaggiosa posizione delle pianure di Wuisous e Chilli, riunire alle acque del Rungis, che sole arrivano per tale acquidotto, quelle di queste pianure. Si calcola a 25 o 30 pollici la quantità d'acqua che potrebbesi con tal modo procurare.

Nel 1651, fu concesso a certo Borequet, un brevetto per far lavorare a una nuova ricerca delle acque di Rungis, e questa operazione produsse un aumento di 23 pollici e mezzo, come constò da un processo verbale, il quale provava che nel 1655 si trovarono al bacino d'esplorazione della porta San Giacomo 84 pollici d'acqua.

Di questi 23 pollici e mezzo, così ritrovati, il re se ne riservò 4 pollici, e l'eccesso fu diviso per metà tra Borequet, il prevosto dei mercanti e gli Scabini, i quali aveano creduto bene porsi con esso in società.

Stando alle note comunicatemi dal signor Bralle, ingegnere anziano, sembra che dopo i lavori fatti da Borequet e terminati nel 1655, non siasi praticata alcun'altra indagine, e che verso il 1780, la parte delle acque che avea raccolte questo particolare, si fosse interamente perduta per la distruzione ed il guasto delle pietre.

A quest'epoca, un altro privato detto Lucas, mal patendo di vedere abbandonate le antiche opere romane divenute inutili, fermò in-

sieme col signor Gondouin, ispettore delle acque di Versailles, di fare la livellazione dei terreni di Wuissons, Mont-Jean e Parray, comechè gli sia stato detto che Lahire avea fatto una livellazione, la quale provava l'impossibilità di far arrivare queste acque al quartiere di Rungis.

Dopo operazioni accuratamente eseguite, Lucas e Gondouin trovarono che dal fondo del pozzo della pianura di Parai, fino sulla superficie delle acque nel bacino d'esplorazione del quartiere di Rungis, eranvi 8 pollici e 7 linee di pendio.

Questo risultamento essendo stato comunicato al direttore delle fabbriche reali, si fecero cominciare, nel settembre 1782, lavori tendenti a scoprire il molo costruito nel 1654 e 1655 da Borequet, per condurre le acque del pozzo dalla pianura al quartiere di Rungis e rifarlo di nuovo, l'antico sendosi trovato malissimo costruito e pressochè interamente rovinato.

Questi lavori sembrano essere gli ultimi che sieno stati eseguiti; giacchè le vicende luttuose della rivoluzione ne impedirono il proseguimento.

Nello stato attuale, le acque dette d'Arcueil, perchè son condotte dall'acquidotto costruito all'estremità di questo villaggio, derivano dal luogo detto il gran quartiere di Rungis. Questo gran quartiere ove le acque si raccolgono, riceve tutte le sorgenti che sono condotte da diversi chiassaiuoli. È un pezzo di terra di quasi sei arpent quadrati, con una galleria a volta tutto all'intorno. In questa galleria v'è un fos-satello, il quale riceve tutte le acque e le conduce in un bacino posto ad uno degli angoli del detto pezzo di terra. Queste acque, pel notato pendio, portansi naturalmente e si riducono in un acquidotto a volta e sotterraneo. Furono praticati nei muri del detto acquidotto, dal primo bacino d'esplorazione che è quello di Rungis fino al ponte acquidotto d'Arcueil, dei barbacani qua e là per ricevere le acque di terra, ed altresì quelle di parecchi chiassaiuoli fatti al tempo della costruzione del detto acquidotto.

Questa parte d'acquidotto, da Rungis fino al ponte acquidotto d'Arcueil, ha 3670 tese di lunghezza su 43 piedi e linee 2 di pendio. A capo del ponte acquidotto è un bacino nel quale un modulo che riceve tutte le acque e dove sono *stazate*, il che dà campo di conoscere l'aumento o la perdita che può esservi da Rungis sino ad Arcueil.

Le acque uscendo da questo quartiere attraversano la valle d'Arcueil

sul ponte acquidotto, e continuano a scorrere per un acquidotto sotterraneo sino al castello d'acqua vicino all'osservatorio. Questa parte di acquidotto ha 2937 tese di lunghezza, con 11 piedi, 6 pollici e 3 linee di pendio. E però la lunghezza totale dell'acquidotto, da Rungis sino all'Osservatorio, è di 6627 tese, su 54 piedi, 6 pollici e 7 linee d'inclinazione. Su tutta questa lunghezza d'acquidotto giacciono ventisette bacini d'esplorazione, nei quali sono praticate delle scale per scendere sotto le volte.

Tutte le acque sono *stazate* al loro arrivo all'Osservatorio, d'onde si portano, una parte al bacino di Lussemburgo, via dell'inferno, e l'altra a quello di esplorazione della mezza luna dei Certosini: quindi in questo bacino le acque si suddividono e vanno a distribuirsi alle diverse fontane pubbliche ed ai particolari concedimenti.

La quantità media d'acqua somministrata dall'acquidotto d'Arcueil è di 75 pollici da fontaniere: talvolta va a 100 a 120 pollici e talvolta è ridotta a 50 o 60.

Quest'opera il cui ripristinamento comincia dalla reggenza di Maria de' Medici, è costrutta di pietra di taglio: manifesta molta diligenza ed è assai ben conservata.

Acquidotto di Maintenon.

Nel 1680, sotto il regno di Luigi XIV, Vauban e Lahire formarono il divisamento di condurre le acque del fiume Eure a Versailles.

Il risultamento delle livellazioni fatte a tale proposito, fu che il fiume d'Eure presso a Pont-Gouin, dieci leghe al di là di Chartres, era più alto di 110 piedi del cortile di marmo del castello di Versailles, e 68 piedi più alto dello stagno di Trappe, per una lunghezza di 53,700 tese, sino al detto stagno.

I lavori furono cominciati nel 1684, e interrotti quattro anni dopo. La prima parte del canale, dalla presa d'acqua sino all'acquidotto di Maintenon, avea circa 24,000 tese di lunghezza, ed era a fior di terra. Percorrendo questo spazio avea dovuto attraversare cinque valli.

La seconda parte era l'acquidotto di Maintenon, costruito in muratura sur una lunghezza di 23000. Questo acquidotto avrebbe avuto

3 ordini d'archi: il primo nel fondo della valle, composto di 47 archi, di 500 tese di lunghezza: il second' ordine di 195 archi lunghi 2070 tese: il terzo, di 390 archi, avente la stessa lunghezza del secondo. L' altezza totale, dal fondo della valle, sarebbe stata di 220 piedi.

La terza parte, dal canale dall'acquidotto di Maintenon sino allo stagno della Torre, avrebbe avuto in lunghezza 13,875 tese. Questo canale sarebbe stato formato da diversi terrati, variabili come il terreno: e siccome lo stagno della Torre è al punto in cui comincia la presa delle acque che arrivavano a Versailles, le acque del fiume d'Eure, giunte una volta colà, sarebbero colate dallo stagno della torre a quello di Sant'Uberto: di là allo stagno della Trappe, poscia ne' serbatoi costrutti sull'altura di Satory: il tutto sur una lunghezza di 19,000 tese, parte per rivoli, parte per sotterranei acquidotti, con un pendio di 74 piedi.

Ecco le opere che furono eseguite, e lo stato in cui si trovavano nel 1780.

La presa d'acqua a Ponte Gouin era interamente terminata. Il rivolo o canale a fior di terra, dal ponte Gouin fino al ponte di Bercheres, lungo 20,000 tese, era in assai conveniente stato, tranne qualche piccolo guasto.

Il terrato, che arriva fino alla valle di Bercheres, per una lunghezza di 642 tese, esisteva interamente. Cominciava a fior di terra da un capo, ed avea 39 piedi d'altezza dall'altro, verso la valle di Bercheres.

La traversata della detta valle lunga 300 tese e profonda 100 piedi nel suo mezzo non fu cominciata. Vauban avea in questa parte proposta la costruzione d' un acquidotto elevato su tre ordini di archi.

Al di là dei fondi di Bercheres era un terrato che prolungavasi verso l'acquidotto di Maintenon. Questo terrato, per una lunghezza di 3000 tese avrebbe avuto dalla parte di Bercheres 44 piedi di altezza e da quella di Maintenon 64. Esisteva in parte per una lunghezza di 2000 tese circa, all' altezza che dovea avere: il rimanente non giungeva alla metà di questa altezza.

Dalla parte dell'acquidotto, che dovea attraversare la valle di Maintenon, non eravi che il prim'ordine d'archi compiuto.

Il terrato di Mondreville era in parte terminato: rimaneva un foro a praticarsi nella foresta degli *Ivelines* di quasi 2000 tese: ma la profondità non sarebbe stata grandissima, ed avrebbe potuto

essere dai 4 fino ai 20 piedi, secondo le diverse ineguaglianze del terreno.

La parte dello stagno della torre, che è il primo stagno che somministra le acque a Versailles, sino ai serbatoi posti sull'altura Gobert a Versailles, era in buonissimo stato, e provvedeva ai bisogni della città.

Le acque di questo canale doveano arrivare in quattro serbatoi costrutti sul monte Satory, posto a 2000 tese circa di distanza da Versailles. La superficie di questi serbatoi, poteva essere di 16 arpent, su 12 piedi di profondità.

Il pendio da Ponte-Gouin, ov'era la presa d'acqua del canale, sino alle trombe di Satory, era stato trovato di 75 piedi, e questi serbatoi sarebbero stati più alti della corte di marmo del castello di Versailles, di 40 piedi. La presa d'acqua a Ponte-Gouin soverchiava il gran canale di 228 piedi.

Tale era lo stato delle cose nel 1780: ed a quest'epoca poteva esservi ancora qualche speranza di vedere avverarsi il magnifico progetto: ma d'allora in poi i terreni, per dove passava il canale, ed una parte dei terrati furono venduti o colmati, distrutti parecchi ponticelli e gran parte dell'acquidotto di Maintenon demolito.

L'esecuzione di questo progetto sarebbe stato tanto più magnifico in quanto che presentava il vantaggio di poter somministrare acqua potabile, non solo a Versailles, ma sibbene ancora a Saint-Cloud ed a Parigi; possibilità manifestata dalle livellazioni, le quali dimostrarono a tutta evidenza come i serbatoi dell'altura di Satory sarebbero stati di 358 piedi più alti del pavimento di Notre-Dame: più alti della sommità delle torri di 154 piedi, e finalmente più alti dell'*Estrapade* di 214 piedi.

Per tal modo le acque uscenti dai serbatoi di Satory, avrebbero potuto passare per la valle del *Buc*, attraverso il fianco dell'acquidotto, per la valle di Bievre: avrebbero girato intorno alla valle della *Abbaye-aux-Bois*, attraverso la montagna di Verrière, per sboccare nella gola di Plessis-Piquet o nella valle di Clamart sotto Meudon: di là sarebbero corse a dilungo la pianura di Mont-Rouge, ove sarebbero portate in un gran serbatoio per poi distribuirsi a Parigi. Questo acquidotto, dopo Versailles, avrebbe avuto 10,000 tese di lunghezza e più di 200 piedi di pendio, e il fiume Eure avrebbe percorso più di 30 leghe.

Rimaneva ancora, nel 1820, una parte degli archi di quest'opera

gigantesca; ma vanno ogni giorno deperendo, ed è a temere che quanto prima non ne rimarranno vestigia.

Le parti degli angoli delle pile e dei contrafforti sono costrutte in pietra di taglio di grande apparecchio: le parti intermedie sono di pietrame forte: gli archi delle volte sono pure in pietra da taglio riempiti di pietrame: alcuni di questi archi stanno isolati, o perchè le parti interne non furono terminate o perchè sono cadute (1).

(1) Tanto di questo accadutoto come degli altri ci riserbiamo a dare una più specificata descrizione, là dove, in fine di questa Memoria, in un articolo apposito, spiegheremo le Tavole delle quali l'abbiamo decorata.

LEGGI O COSTITUZIONI IMPERIALI

INTORNO

AGLI ACQUIDOTTI

TANTO DELL'ANTICA ROMA QUANTO DELLA NUOVA

CIOÈ DI COSTANTINOPOLI.

LEGGI O COSTITUZIONI IMPERIALI

INTORNO

AGLI ACQUIDOTTI

TANTO DELL' ANTICA ROMA QUANTO DELLA NUOVA,

CIOÈ DI COSTANTINOPOLI (1).

*L'imperatore Costantino Augusto, a Massimiliano,
personaggio consolare.*

I possessori di campi intersecati da canali d'acqua saranno esenti da pesi straordinarii, coll'obbligo però di tener puliti questi condotti se ve ne sia bisogno; le loro obbligazioni si limiteranno a ciò, onde altre cure non li distolgano dal proprio dovere. Se le trascureranno, saranno puniti colla perdita dei loro campi; poichè il fisco se ne impadronirà, riparando così i danni cagionati agli acquidotti dalla loro negligenza. Sappiano inoltre che nei campi attraversati dagli acquidotti, vi deve essere da ciascuna parte uno spazio di 15 piedi senz'alberi, di modo che è loro dovere estirparli, se ne allignassero, perchè le radici non guastino la costruzione.

Dato il xv delle calende di luglio, sendo consoli Gallicano e Simmaco (2).

*Gli imperatori Valentiniano, Valente e Graziano, Augusti;
a Fortunaziano, C. R. P.*

La massa d'acqua somministrata al palazzo di Dafne, è diminuita per avidità di alcuni particolari, che attingono all'acquidotto con

(1) Rondelet, per completare la giurisprudenza dei Romani sulla conservazione e l'amministrazione degli acquidotti e delle acque, aggiunse, come già fece Poleni, ai decreti del Senato, citati da Frontino, e che riporterem qui in fine, le leggi o costituzioni pubbliche emanate dopo di lui, comprese quelle dell'imperatore Giustiniano.

(2) Anno di Roma 1803, secondo Varrone, e dell'era volgare 330.

tubi più grandi di quelli che la munificenza imperiale permette. In conseguenza di che vogliamo, secondando il voto comune, che si stabiliscano serbatoi in tre luoghi, e che i nomi di ciascuho colle condizioni del possesso, sieno registrati. Chiunque per l'avvenire sarà convinto d'aver attinto maggior quantità d'acqua della concessagli, pagherà una libbra d'oro per ciascun obolo del valore del danno (1). Se in virtù d'un rescritto imperiale si ottiene una certa quantità d'acqua, non se ne potrà servire che ricorrendo al governatore, il quale farà trarre dal serbatoio la quantità accordata.

Dato il III delle calende di novembre, ad Antiochia, sotto il consolato del giovane principe Valentiniano e di Vittore (2).

*Gli imperatori Graziano, Valentiniano e Teodosio, Augusti,
a Clearco, prefetto della città.*

I più grandi palazzi, per quanto i loro bagni sieno sontuosi, non potranno ottenere più di due once d'acqua, o, se la loro grandezza ne esigesse quantità maggiore, non mai più di tre. Le case ordinarie o poco considerevoli, dovranno contentarsi d'un'oncia e mezzo; e per aver ciò, bisognerà posseder bagni come i descritti; ed alle altre che non occupano se non un piccolissimo spazio non ne accordiamo che mezz'oncia. Onde prevenire ogni abuso, l'ufficiale che da voi dipende sarà multato di sei libbre d'oro non denunciando gli usurpatori; e chi avrà ingannato, sarà privato di ogni concessione.

Dato il X delle calende di luglio a Costantinopoli, sotto il consolato d'Antonio e di Siagrio (3).

Gli stessi imperatori, a Cinegio, prefetto del pretorio.

Tutti devono alacremenente concorrere al ristauo dei porti e degli acquidotti, e nessuno potrà porre in campo, per esimersene, le prerogative di sua dignità.

(1) Il valore della libbra d'oro, sotto Costantino e i suoi successori, era di 1048 fr. della attuale moneta.

(2) Anno di Roma 1123 e dell'era volgare 370.

(3) Anno di Roma 1137 e dell'era volgare 382.

Dato il xv delle calende di febbrajo a Costantinopoli, sotto il consolato di Ricomero e di Clearco (1).

*Gli imperatori Valentiniano, Teodosio ed Arcadio, Augusti;
a Pancrazio, prefetto della città.*

Se alcuno, malgrado le nostre proibizioni, avesse l'audacia d'attentare ai diritti di questa fiorente città, attirando sui propri campi l'acque del pubblico acquidotto, sappia che il fisco s'impadronirà di questi campi, che saranno devoluti al nostro privato dominio.

Dato l'viii . . . a Costantinopoli, sotto il consolato di Timasio e di Promoto (2).

Gli stessi imperatori, ad Albino, prefetto di Roma.

Ordiniamo a quelli, cui ci siamo degnati di accordare, anticamente o recentemente, il diritto di prender acqua, che l'attingano dai castelli d'acqua o dai condotti, vietando di interrompere il corso o ledere alla solidità dei canali chiamati matrici.

Dato il v delle calende di settembre, a Roma, sendo consoli Timasio e Promoto.

*Gli imperatori Arcadio ed Onorio, Augusti,
ad Affricano, prefetto della città.*

Coloro i quali pretendessero attigner l'acqua, loro concessuta, non dal castello d'acqua, ma dall'acquidotto, perderanno il diritto stato ad essi accordato. Inoltre, per assicurare il servizio delle concessioni fatte ai particolari, si dovranno punire severamente, avuto però riguardo alla qualità della persona, coloro che, ad onta del nostro rescritto imperiale, non frenassero la loro avidità.

Pubblicato il iv delle calende di giugno, a Costantinopoli, sendo consoli Olibrio e Probino (3).

(1) Anno di Roma 1137 e dell'era volgare 334.

(2) Anno di Roma 1143 e dell'era volgare 389.

(3) Anno di Roma 1148 e dell'era volgare 395.

Gli stessi imperatori ad Asterio, C. O. (1).

L'acqua, il cui uso è antico, e stabilito sur una lunga possessione, deve, secondo le nostre intenzioni, essere conservata a ciascun cittadino, senz'alcuna alterazione, in modo che ognuno continui a godere, come al solito, la quantità che gli fu già da tempo accordata; sussistendo però la pena pronunciata contro quelli che per l'adacquamento dei campi od abbellimento de' giardini s'appropriassero fraudulenti derivazioni.

Dato il primo delle calende di novembre, sotto il consolato di Cesario e d'Attico (2).

Gli stessi imperatori, a Messala, prefetto del pretorio.

Nessuno potrà valersi dell'acquidotto chiamato Augusta, posto nella Campania, stato riparato a pubbliche spese; ed a nessuno sia concesso per l'avvenire potervi attignere. Se alcuno ardisse deviarne il corso, dovrà pagare cinque libbre d'oro al nostro tesoro. Ogni pratica, ogni tentativo tendente a trasgredire i nostri ordini, sarà senza effetto.

Dato il v delle calende di gennaio, a Milano, sotto il consolato di Teodoro (3).

Gli stessi imperatori a Flaviano, prefetto della città.

Alcuno non pensi d'appropriarsi fraudolentemente l'acqua Claudia, rompendo o bucando le pareti del suo canale; poichè i contravventori saranno puniti bentosto colla confisca de' loro navigli e terre. Di più, l'incaricato alla sorveglianza il quale mancasse al proprio dovere, dovrà pagare tante libbre d'oro quante furono per sua connivenza le oncie levate della nostra acqua Claudia.

Dato il vi delle idi di novembre a Milano, sotto il consolato di Stilicone e d'Aureliano.

(1) *Comiti Orienti.*

(2) Anno di Roma 1150 e dell'era volgare 397.

(3) Anno di Roma 1151 e dell'era volgare 398.

*Gli imperatori Teodosio e Valentiniano, Augusti,
a Ciro, prefetto del pretorio.*

Se alcuno ottiene dalla liberalità imperiale il diritto di prendere dell'acqua, gli ordini sovrani dovranno essere notificati al vostro supremo ufficio, non già agli illustrissimi governatori di provincia. Chi cercasse di insinuare la sua supplica ai governatori, incorrerebbe in un'ammenda di 50 libbre d'oro, pena egualmente applicabile a tutti gli amministratori che tentassero dar effetto ad un rescritto carpito. I messi dei detti governatori illustrissimi saranno del pari sottomessi alle pene che vorrete loro infliggere. Sta alla vostra suprema decisione il regolare la quantità d'acqua conveniente per le terme ed i bagni, in ragione del numero dei cittadini, perchè il di più dovrà distribuirsi a coloro che ci piacerà favorire.

Gli stessi imperatori, a Ciro, prefetto del pretorio.

Annulliamo totalmente ogni diritto di servitù sull'acquidotto d'A-driano, a vantaggio delle case, terre, giardini o bagni, anche per rescritti di principe, insinuato in una giurisdizione qualunque, o fondato sur una lunga consuetudine: perchè ne è piaciuto che il detto acquidotto fosse soltanto consacrato al servizio del nostro palazzo, delle terme pubbliche e delle ninfee; ed è nostro comando che la presente disposizione sia osservata illimitatamente in avvenire. Non sarà in conseguenza permesso ad alcuno di impetrare un rescritto per ottenere acqua da questo acquidotto, o forarne audacemente i condotti: sendo conosciuta la nostra volontà, chiunque osasse fare un tale tentativo, ogni ufficiale che si arbitrasse prender parte in ciò, od obbedire al rescritto carpito, sarà obbligato a pagare al fisco un ammenda di cento libbre d'oro. Di più comandiamo che non solo il canale delle acque pubbliche non sia costretto da alberature in uno spazio minore di dieci piedi, ma inoltre che da ogni parte questo spazio di dieci piedi sia interamente libero e vacante.

Crediamo opportuno consiglio estendere cotali disposizioni ai tubi di piombo che la vostra previdenza ha fatto stabilire per condurre le acque alle terme d'Achille: perchè vogliamo che i detti tubi sieno esclusivamente consacrati al servizio delle terme e delle ninfee alle

quali la vostra grandezza gli ha destinati. Diam quindi facoltà agli apparitori di vostra eccellenza di percorrere liberamente le case, i giardini, i bagni per scoprir le frodi, le soppressioni e le imprese di qualunque genere potessero venir dirette contro la pubblica utilità.

Gli stessi imperatori ad Eutichiano, prefetto del pretorio.

I tributi percepiti ne' diversi ufficii della città, e quelli pagati dagli operaj detti *xizaceni* per essere destinati al mantenimento dell'acquidotto di questa magnifica città, lo saranno pure al riattamento dello stesso acquidotto. Si avrà cura soprattutto di non esigere, a tal uopo, da quelli che godono del diritto di prender acqua, retribuzione alcuna, chè sarebbe cosa odiosa fosse l'acqua di quest' augusta città, venale.

L'imperatore Zenone Augusto, ad Adamantino, prefetto della città.

Comandiamo colla presente legge, che se il magistrato investito delle eminenti funzioni di prefetto, si permettesse alienare i fondi destinati alle spese degli acquidotti e adoperarli alla costruzione o al mantenimento d' un' opera qualunque, non annessa agli acquidotti ed al corso dell' acqua pubblica, sia obbligato somministrare a sue spese una somma eguale per gli acquidotti; per soprappiù un casiere particolare riceverà le somme che la liberalità dei consoli avrà destinate al soddisfacimento delle suddette spese.

Lo stesso imperatore, a Sporazio.

Comandiamo di verificare accuratamente quali sieno le fontane pubbliche in origine, e quelle che sendo state primitivamente di diritto privato, divennero pubbliche, e tornarono dopo in possedimento dei particolari, sia che a tal uopo si sieno ottenuti rescritti surrettizii, sia che senza diritto e senza addurre il pretesto di una decisione

imperiale, siansi taluni permessi una tale usurpazione; noi vogliamo per rendere a questa reale città ciò che le appartiene, che quanto fu pubblico non resti privato, e si faccia conforme all'equità: ogni imperiale rescritto, ogni prammatica sanzione, ottenuta dai privati contro il generale interesse dei cittadini, saranno ormai senza effetto: e il lungo possedimento stesso non potrà stabilire contro i diritti della città alcuna prescrizione.

Lo stesso imperatore, a Pontio.

Vietiamo ad ogni persona, quale pur siasi la sua dignità, di nulla intraprendere contro i filetti (*munuscularios*) degli acquidotti, o le fontane pubbliche che ingrossano gli acquidotti delle loro acque. Chiunque, o clandestinamente o pubblicamente, contando sul suo credito, devierà le acque dai detti filetti o fontane, o se ne procurerà con fraudolenti ripieghi, sarà tenuto a restituirle ai pubblici acquidotti.

Vietiamo inoltre, ad ogni cittadino, di piantare in avvenire lungo i detti acquidotti, alberi di qualunque sorte, e ciò per impedire che le radici guastino le muraglie: si conosce a tale proposito la proibizione emanata nelle antiche costituzioni. Tutti sappiano che d'ora in poi, in caso di contravvenzione alle sopraddette disposizioni, i terreni, bagni, mulini ad acqua, giardini, per uso dei quali l'acqua pubblica sarà stata deviata, quelli che circondaeranno l'acquidotto, al quale avrà nuociuto il proprietario colle sue piantagioni, senza avere alcuna considerazione pel terreno, il dominio o la persona del proprietario, saranno compresi nella proscrizione e devoluti al fisco, nè in verun modo si potrà ottenere la remissione della detta pena, anche per rescritto sovrano.

Vogliamo che tutti i custodi delle acque, conosciuti sotto il nome di *idrofilaci*, ai quali è principalmente affidata la cura degli acquidotti di questa reale città, sieno marchiati del nostro nome imperiale sulla mano. Con ciò saranno riconosciuti da tutti e non potranno venir adoperati ad altri usi dagli intendenti delle nostre case, nè obbligati a lavori pubblici od altri oneri. Che se uno dei guardiani venisse a morte, chi lo sostituirà sia marchiato dello stesso segno. Formeranno così una specie di corpo di milizia sempre pronta alla guardia confidatela, nè si occuperanno in altri ufficii.

*L'imperatore Giustiniano Augusto, a Servio,
prefetto del pretorio.*

La decisione emanata dallo imperator Teodosio di gloriosa memoria, relativamente a coloro che vogliono ottenere acqua dagl' acquidotti e dalle fontane pubbliche, è mantenuta da noi in tutto il rigore, sì che nessuno, sia di questa augusta città, sia delle provincie, possa avere la permissione di trar acqua da un acquidotto o pubblica fontana senza un imperiale rescritto ottenuto nelle solite forme, ed insinuato al nostro tribunale supremo, o presso ogni altro competente magistrato. Chiunque avrà violato i nostri ordini, o cooperato a farli violare, incorrerà in un'ammenda di dieci libbre d'oro e andrà soggetto a tutta la nostra indignazione.

Formola per conferire la carica di sorvegliante degli acquidotti della città, stesa da Magno Aurelio Cassiodoro, governatore.

Paragonando tra loro gli edifizii di Roma, a stento, egli è vero, si troverà argomento di preferenza (tanto sono riconosciute degne di ammirazione le opere che si presentano allo sguardo): crediamo però dover porre una differenza tra quelli che sono in pregio per utilità, e quelli che solo si raccomandano per bellezza. Il foro di Trajano è un prodigio per quegli stessi che lo vedono giornalmente. Il Campidoglio offre agli occhi di coloro che ne raggiungono la cima il capo lavoro del genio umano. Ma è ciò che mantiene l'esistenza, che contribuisce alla felicità, alla salute dei corpi? — Gli acquidotti di Roma in quelle vece si fanno pure notare per la loro ammirabile struttura e per la particolare salubrità delle acque. I fianchi forati delle montagne crollano bene spesso, il letto dei torrenti si perde: ma quest'opera degli antichi non si distruggerà, finchè veglierà l'industria alla sua conservazione. Consideriamo ora l'ornamento che Roma riceve dalle sue acque. Queste magnifiche terme, che sarebbero senza il nuovo Oceano, che ne forma la meraviglia? Vedesi correre con indicibil purezza l'acqua Vergine, così detta senza dubbio, perchè è difesa da qualunque sozzura: e mentre tutte le altre, per l'eccesso

delle piogge, ricevono un fango impuro nel loro seno; questa, nel suo limpido corso, sembra annunciare in ogni tempo un ciel sereno. Con quali espressioni si possono descrivere somiglianti maraviglie? Queste opere immense che conducono l'acqua Claudia alla sommità del monte Aventino, ve la fanno ricadere in cascate per rinfrescare quell'alta cima, come una profonda valle. Il Nilo d'Egitto, ne' suoi periodici accrescimenti, inonda le basse pianure e fa scorrere sotto un ciel sereno le limacciose sne acque. Quanto è più bello veder l'acqua Claudia a Roma attraversar le aride sommità delle montagne, recare ai bagni ed alle abitazioni l'onda limpida che sfugge dai suoi fecondi canali, e scorrere così invariabilmente da non deluder mai le speranze di coloro che l'aspettano.

Il Nilo invece ritirasi e lascia fango: sopravviene inopinatamente e fa un diluvio. Chi dunque potrebbe dubitare che le acque di nostra città non superino quel Nilo famoso, il cui subito accrescimento inspira il terrore e il cui ritirarsi produce desolazione?

Non son già questi vani discorsi: è nostro scopo far comprendere quale sollecitudine si abbia diritto di esigere da voi, confidandovi tali capi lavori. In conseguenza, dopo matura deliberazione, vi conferiamo colla presente la carica di soprastante degli acquidotti, perchè ogni sforzo adoperiate del vostro zelo a mantenere in buono stato questi sì grandi e sì bei monumenti. Segnatamente, ve lo raccomandiamo, che quegli alberi rovinosi, che danneggiano le costruzioni, specie di arieti lanciati contro i muri per scrollarli, siano sterpati dalle radici; il male non è distrutto se resta la causa. Quanto a ciò che può cadere per vetustà, fatelo prontamente riparare, perchè il guasto estendendosi non cagioni aumento di spesa. Il vostro incarico formerà la vostra fortuna per tutta la vita, purchè assicuriate la conservazione degli acquidotti. Considereremo come volte a noi tutte le sollecitudini che a tal fine adoperate. Contiamo adunque sulla vostra abilità e sul vostro zelo, perchè le costruzioni non ricevano danno, e la distribuzione delle acque non provi, per venalità dei custodi, alcuna interruzione.

DECRETI DEL SENATO

I.

I consoli Q. Elio Tubero e Paolo Fabio Massimo, avendo fatto un rapporto su l'ordinamento dei custodi delle acque pubbliche, nominati da Cesare Augusto, per consenso del Senato, hanno domandato allo stesso Senato quello che gli piacesse stabilire; al qual proposito decretò che gl'incaricati dell'amministrazione delle acque, quando saranno fuori di città chiamati dal proprio dovere, avranno due littori, tre pubblici schiavi e un architetto cadauno; degli scrivani, dei messi, degli uscieri, dei gridatori in numero eguale a quello accordato ai funzionarii distributori del frumento al popolo. Quando esercitassero le loro funzioni in città avranno lo stesso séguito, tranne i littori. Inoltre lo stato degli apparitori conceduti ai custodi delle acque dal presente decreto senatorio sarà entro i dieci giorni dalla sua pubblicazione presentato al tesoro pubblico; e quelli compresi in questo stato riceveranno annualmente dal pretore del tesoro gli stessi stipendi e viveri che accordano e distribuiscono i prefetti incaricati della distribuzione dei viveri; potranno anche riceverne la totalità in danaro, purchè si faccia senza frode. I detti custodi avranno anche le tavolette, la carta e tutto quanto è necessario all'esercizio di loro incumbenze. A questo effetto i consoli Q. Elio e Paolo Fabio sono pregati entrambi, o l'uno in mancanza dell'altro, a concertarsi col pretore del tesoro per istabilire queste somministrazioni (1).

(1) « Quod. Q. Elius Tubero. Paulus Fabius. Maximus. eos. v. l. de. lis. qui. curatores. aquarum. publicarum. ex. consensu. senatus. a. Caesare. Augusto. oominati. essent. ordinandis. d. e. r. q. f. p. d. e. r. i. e. placere. huic. ordini. eos. qui. aquis. publicis. praesent. cum. ejus. rei. causa. extra. urbem. essent. lictores. binos. et. seruos. publicos. ternos. architectos. singulos. et. scribas. et. librarjos. ascensos. praecoonesque. totidem. habere. quot. habeat. it. per. quos. frumentum. plebei. datur. cum. autem. in. urbe. ejusdem. rei. causa. aliquid. agereol. caeteris. apparitoribus. iisdem. praeter.

II.

I consoli Q. Elio Tuberone e Paolo Fabio Massimo, avendo fatto rapporto sul numero delle fontane stabilite da M. Agrippa nella città e nell'interno degli edifici attenenti alla città, domandarono al Senato quanto gli piacesse a tal proposito ordinare; esso stabilì che il numero delle fontane pubbliche non sarà nè aumentato nè accresciuto, registrando quelle che già sussistono. Di più si ordina agli incaricati del Senato per queste cure, di sorvegliare le acque pubbliche, e verificare il numero delle fontane. Gli amministratori delle acque, nominati da Cesare Augusto, e confermati dal Senato, dovranno, in forza di questo decreto, vegliare perchè le pubbliche fontane servano esattamente e di giorno e di notte a pubblica comodità (1).

III.

I consoli Q. Elio Tuberone e Paolo Fabio Massimo, avendo riferito al Senato che alcuni privati traggono dai pubblici canali l'acqua che loro è stata accordata, domandarono al Senato ciò che avrebbe voluto stabilire. Si decretò che: Nessun privato potrà trar acqua dai pubblici canali; tutti coloro che avranno ottenuto una porzione d'acqua, saranno obbligati di trarla dal serbatoio; gli amministratori delle acque dovranno indicare ai privati i luoghi, sia fuori o dentro la città, dove potranno porre convenevolmente i loro castelli

quam, lictoribus, uti. utique, quibus, apparitoribus, ex. hoc, s. e. curatoribus, aquarum, uti, liceret, eos, diebus, x, proxima, quibus, s. c. factum, esset, nd. aerarium, deferrent, Quique, ita, delati, essent, iis, praetores, aerarii, mercedes, cibarie, quanta, praefecti, frumento, danda, dare, deferreque, solent, annua, darent, et, attribuerent, iisque, eas, pecunias, sine, fraude, suos, facere, liceret, utique, tabulae, chartae, ceteraque, quae, ejus, curalinnis, causa, opus, essent, iis, curatoribus, praebere, q. Aelius, Paulus, Fabius, Coas, ambn, elterre, si, iis, videbitur, adhibitis, praetoribus, qui, aeraria, praesint, es, praebenda, locent, »

(1) Quid. Q. Aelius, Tubero, Paulus, Fabius, Maximus, coas, v. f. de, numero, publicorum, salientium, qui, in, urbe, essent, inteque, edificio, urbi, enajuncte, quia, M. Agrippa, fecisset, q. f. p. d. e. r. i. e. neque, augeri, placere, nec, minui, numerum, publicorum, salientium, quia, nunc, esse, retulere, u, quibus, negotium, a, senatu, est, imperatum, ut, inspicereat, aquas, publicas, inrentique, numerum, salientium, publicarum, itemque, placere, curatores, aquarum, quos, s. c. Caesar, Augustus, ex, senatus, auctoritate, nominavit, dare, operam, uti, salientes, publici, quam, essiduisime, interdum, et, noctu, aquam, in, usum, populi, funderent.

d'acqua, in cui condurranno quella del pubblico serbatoio, ad essi concessa dagli amministratori; infine non sarà concesso a quelli che avranno il diritto di godere delle acque pubbliche, di servirsi, per trar acqua, di canali, il cui diametro sia maggiore del quinario, fino a 50 piedi di distanza dal castello (1).

IV.

I consoli Q. Elio Tuberone e Paolo Fabio Massimo, avendo riportato al Senato la necessità di porre un limite al diritto di quelli a cui è permesso il condurre le acque tanto fuori che in città, domandarono al Senato quanto gli piacesse ordinare; al che rispose: che, tranne delle acque destinate ai pubblici bagni, o concesse in nome d'Augusto, tutti i diritti d'acque saranno conservati s'intanto che i possessori godranno del terreno pel quale era stata loro accordata l'acqua medesima (2).

V.

Voglio che nessuno si attenti raccogliere acqua cadente, se non ne ottenne il privilegio da me o dai Principi miei predecessori; poichè è necessario che una certa quantità dell'acqua che scorre nei castelli sia destinata non solamente alla salubrità della nostra città, ma ancora allo spurgo delle cloache (3).

(1) = Quod. Q. Ælius, Tubero, Paulus, Fabius, Maximus, cons. v. f. quosdam, privatos, ex. rivis, publicis, aquam, ducere, q. d. e. r. f. p. d. e. r. i. e. ne. cui. privato, aquam, ducere, ex. rivis, publicis, liceret, utique, omnes, ii, quibus, aquae, ducendae, jus, esset, datum, ex. castellis, ducerent, animadvertenterque, curatores, aquarum, quibus, locis, intra, extra, urbem, apte, castalla, privati, facere, possent, ex. quibus, aquam, ducerent, quam, ex. castello, communem, acciperent, a. curatoribus, aquarum, ne. cui, eorum, quibus, aqua, daretur, publica, jus, esset, intra, quinquaginta, pedes, ejus, castelli, eo, quo, aquam, ducerent, laxiorem, fistulam, subicere, quam, quinarium. =

(2) Quod. Q. Ælius, Tubero, Paulus, Fabius, Maximus, cons. v. f. constitui, oportere, quo, jure, intra, extraque, urbem, ducerent, aquas, ii, quibus, attributae, essent, q. d. e. r. f. p. d. e. r. i. e. uti. iis, usque, maneret, attributio, aquarum, exceptis, quae, in, uisum, balnearum, essent, datae, aut, Augusti, nomine, quoad, idem, domini, possiderent, id, solum, in, quo, acciperent, aquam. =

(3) Caducam, neminem, volo, ducere, nisi, qui, meo, beneficio, aut, priorum, principum, habent, nam, necesse, est, ex, castellis, aliquam, partem, aquas, effluere, cum, hoc, pertinet, non, solum, ad, urbis, nostrae, salubritatem: sed, etiam, ad, utilitatem, cloacarum, abluendarum.

VI.

I consoli Q. Elio Tuberone e Carlo Fabio Massimo, avendo inoltrato al Senato un rapporto sulle riparazioni da farsi ai canali, ai condotti sotterranei e volte degli acquidotti delle acque Giulia, Marcia, Appia, Tiepula ed Anio, domandarono al Senato ciò che volesse stabilire a tale oggetto; ei decretò: Che le riparazioni dei canali, condotti sotterranei e volte, che Augusto Cesare promise praticare a sue spese, sien fatte a tal condizione e che quanto si troverà sui campi dei privati, come terra, creta, pietre, mattoni, sabbia, legno ed altri materiali all'uopo, dopo essere stato stimato da' periti, sia ceduto, levato, preso o trasportato senza opposizione; che pel trasporto di questi materiali e la facilità delle riparazioni, verranno praticate, quando sarà necessario, strade o sentieri a traverso ai campi dei privati, risarciti dei danni (1).

VII.

I consoli Q. Elio Tuberone e Carlo Fabio Massimo avendo notificato al Senato che le strade lungo gli acquidotti che conducono l'acqua nella città si trovavano imbarazzate da monumenti, da edificii e da alberi, hanno domandato al Senato quanto a tale oggetto volesse ordinare; su che decise: che per facilitare le riparazioni dei canali e condotti, senza di cui queste opere pubbliche perderebbero di pregio, ordinava che da ambe le parti delle fontane, muri e volte di acquidotti vi fosse uno spazio di quindici piedi. Quanto ai condotti sotterranei ed ai canali interni della città in cui avvi edificii, bastare uno spazio di cinque piedi da ciascuna parte. Di modo che per l'av-

(1) « Quod. Q. Elius. Tubero. Paulus. Fabius. Maximus, cos., v. f. de. rivis. specubus. fornicibusque. Joliae. Marciae. Appiae. Tepulae. Anionis. reficiendis. q. d. e. v. f. p. d. a. r. i. c. uti. cum. li. rivis. fornices. quos. Augustus. Caesar. se. refectorum. impensa. sua. pollicitus. secului. est. reficerentur. ex. agris. privatorum. terram. limum. lapidem. testam. arenam. ligna. caeteraque. quibus. ad. eam. rem. opus. esset. unde. quaeque. eorum. proxime. sine. injuria. privatorum. tolli. sumi. portari. possint. viri. boni. arbitrata. aestimata. darentur. tollerentur. sumerentur. exportarentur. et. ad. ea. res. omnes. exportandas. eorumque. rerum. reficiendarum. causa. quotiens. opus. esset. per. agros. privatorum. sine. injuria. eorum. litorea. actus. paterent. darentur. »

venire non fosse permesso costruire monumenti nè edifizii, nè piantar alberi che a questa distanza. Le piante che ora esistono in tale intervallo saranno svelte, a meno che non siano circonscritte in qualche podere od edificio. I contravventori in qualche parte a questo decreto saranno multati in diecimila sesterzii; metà sarà data come ricompensa al denunciatore, quando avrà convinto del fatto l'accusato; l'altra metà sarà versata al tesoro pubblico. Gli amministratori delle acque, esamineranno e giudicheranno tale delitto (1).

VIII.

Il console T. Quinzio Crispino, convocato legalmente il popolo, ed il popolo raccolto nel foro, presso il tempio del divino Cesare, il dì antecedente alle idi di luglio, la tribù Sergia, alla quale toccò in sorte parlare per la prima, fe' scelta di Sesto Varrone figlio di Lucio per dar suffragio su la legge seguente. Chiunque, accettata questa legge, avrà a bella posta o per cattiva intenzione, forato, rotto, o tentato di forare e di rompere i canali, i condotti sotterranei, i tñbi, castelli d'acqua, serbatoi dipendenti dalle acque pubbliche, o avrà fatto peggio per diminuire il corso delle acque o di qualche porzione, od impedire ad esse di spandersi, colare, arrivare ed esser condotte nella città di Roma, o avrà posto inciampo alla distribuzione negli edificii di Roma e in quelli appartenenti alla città, o che lo saranno in progresso di tempo; nei domini, nei giardini di coloro ai quali l'acqua sarà conceduta o attribuita; finalmente colui

(1) « Quod, Q. Ælius, Tubero, Paulus, Fabius, Maximus, cos. v. f. oquarum, quæ in urbem vequirent, itioera, occupari, monumentis, et aedificiis, et arboribus, conseri, q. f. p. d. e. r. i. c. ad, reficiendos, rivos, specusque, per, quæ, et, opera, publica, corumpuntur, placere, circa, pootes, et, fornices, et, muros, utraque, ex, parte, vocuos, quiosos, denos, pedes, patere, ei, circa, rivos, qui, sub, terra, esseot, et, specus, intra, urbem, et, extra, urbem, si, continetia, aedificia, utraque, ex, parte, quiosos, pedes, vacuos, reliqui, ita, ut, neque, monumentum, in, his, locis, oeque, aedificium, post, hoc, tempus, ponere, neque, conserere, arbores, liceret, si, quæ, oñoc, esseot, arbores, intra, id, spatium, excideretur, præterquam, si, quæ, villæ, contioctes, et, ioclusæ, aedificiis, essent, si, quis, adversus, es, commiserit, lo siquies, res, ponna, h. s. dena, milia, essent, ex, quibus, pars, dimidia, præmium, accusatori, daretur, eujus, opera, maxime, cuovictus, esset, qui, adversus, hoc, s.-c. comamisset, pars, autem, dimidia, io, asararius, redigeretur, deque, ea, re, judicaret, cognoscereotque, curatores, aquarum. »

che impedirà che l'acqua non esca, non sia distribuita, divisa negli opportuni castelli, mandata nei serbatoi, sia condannato a cento mila sesterzii d'ammenda verso il popolo romano, e chi senza cattiva intenzione avrà fatto, ad insaputa dell'amministratore, alcune di queste cose, sia condannato a rifare, ricostruire, riordinare, ripristinare sul momento, quant'ha guasto, o a demolire quanto ha fabbricato. E però chiunque sarà amministratore delle acque, o in sua mancanza il pretore incaricato di comporre le discrepanze tra cittadini e forestieri, è autorizzato a pronunciare l'ammenda, la consegna dei pegni o l'arresto personale. — Il diritto e la facoltà di pronunciare l'ammenda, di ricevere i pegni o d'ordinare l'arresto personale, appartiene allo amministratore delle acque o in mancanza di lui al pretore. Se uno schiavo è autore del danno paghi il suo padrone cento mila sesterzii a pro del popolo romano. Chi forma un chiuso presso i canali o condotti sotterranei, vòlte, tubi, castelli d'acqua o serbatoi dipendenti dalle pubbliche acque che sono o saranno in avvenire condotte in Roma, tranne la quantità permessa della legge, nulla potrà opporre, costruire, turare, innalzare, posare, collocare, lavorare, seminare o che altro nello spazio che deve rimaner libero, a meno che non sia pel riattamento degli acquidotti. Chi ledesse la legge vada soggetto alle pene da lei comminate per guarentigia de' pubblici e privati interessi.... E però rifarà, ripristinerà la cosa danneggiata e la ridurrà come era o doveva essere.... Se in onta a questa legge taluno rompesse o forasse un canale, un condotto sotterraneo, o solo facesse pascolare o falciare erbe nei luoghi in cui si trovano.... Gli amministratori delle acque pubbliche attualmente in carica e quelli che lo saranno in progresso di tempo, badino a non permettere nei dintorni delle sorgenti, delle vòlte, dei muri, canali e condotti sotterranei, alcun recinto, alcun albero, muro, siepe, canneto, cespìo, piantagione di salice: essi hanno facoltà di far levare, sterpare, sradicare quei che si trovano, stando però nei limiti della legge che loro dà potere e diritto di pronunciare l'ammenda, ricever pegni, ordinar l'arresto personale.... Quanto alle vigne ed agli alberi chiusi nelle possessioni, negli edifici, o recinti che gli amministratori dell'acque conobbero non poter essere demoliti, bisognerà che il permesso di conservarli sia iscritto e scolpito sui recinti, al pari del nome degli amministratori che gli hanno conceduti.

Con questa legge già non si deroga ai permessi conceduti a chicchessia dagli amministratori, di prendere o attinger acqua nelle

fontane, nei canali o condotti sotterranei purchè non vi si adoperino ruote, calici o macchine, non si scavino pozzi, non si pratichi nessuna nuova apertura (1).

(1) « T. Quinctius, Crispinus, eos, populum, jure, rogavit, populusque, jure, scivit, in foro, pro, rostris, aedis, divi, Julii, a. d. p...., Julius, tribui, sergias, principium, fuit, pro, tribu, sex, l. f. Varro, quicumque, post, hanc, legem, rogatam, rivos, specus, fornices, fistulas, tubulos, castalla, lacus, aquarum, publicarum, quae, ad, urbem, ducuntur, scieo, dolo, malo, foraverit, ruperit, furanda, rumpendave, curaverit, pejoremve, fecerit, quominus, ene, aquae, earumve, quae, in, urbem, Romam, ire, cadere, fluere, pervenire, duci, possint, quove, minus, in, urbe, Roma, et, in, iis, aedificiis, quae, urbi, continentia, sunt, erunt, in, his, hortis, praediis, locis, quorum, hortorum, praediorum, locorum, dominis, possessoribusve, aqua, data, vel, adtributa, est, vel, erit, salis, distributur, in, castella, lacus, immittatur, is, populo, romano, a, millia, dare, damnas, esto, et, qui, clam, quid, eorum, ita, fecerit, id, omne, sarcire, reficere, restituere, aedificare, ponere, et, celare, demolire, damnas, esto, sine, dolo, malo, atque, omnia, ita, ut, quisque, curator, aquarum, est, erit, aut, si, curator, aquarum, nemo, erit, tum, is, praetor, qui, inter, eives, et, peregrinos, jus, dicit, multa, pignoris, cogito, coercito, eique, curatori, aut, si, curator, nom, erit, tum, ei, praetori, eo, nomina, cogendi, coercendi, multae, dicendae, sive, pignoris, capiendi, jus, potestasque, esto, si, quid, eorum, servus, fecerit, dominus, ejus, h, a, centum, millia, populo, det, si, quis, cieca, rivos, specus, fornices, fistulas, tubulos, castalla, lacus, aquarum, publicarum, quae, ad, urbem, Romam, ducuntur, et, ducuntur, terminatus, steterit, neque, quis, in, eo, loco, post, hanc, legem, rogatam, quid, appoit, molit, obsepit, figit, statuit, ponit, collocat, arat, serit, neve, in, eum, locum, quid, immittit, praeterquam, sorum, faciendum, reponendum, causa, praeterquam, quod, hac, lege, licebit, oportebit, qui, adversus, ea, quid, fecerit, at, adversus, eum, siremps, lex, jus, causaque, omnium, rerum, omnibusque, esto, utique, uti, es-et, esseque, oporteret, si, is, adversus, hanc, legem, rivum, specum, rupisset, forassetve, quominus, in, eo, loco, pascere, herbam, foenum, secare, Curatores, aquarum, qui, nunc, sunt, quique, erunt, circa, fontes, et, fornices, et, muros, et, rivos, et, specus, terminatus, arbores, vites, repres, sentes, ripae, maceria, salicta, arundineta, tallentur, excidentur, effodiantur, excoedentur, utique, recta, factum, esse, volet, coque, numine, iis, pignoris, captio, multae, dictio, coercitioque, esto, idque, iis, sine, fraude, sua, facere, licet, jus, potestasque, esto, Quominus, vites, arbores, quae, villis, aedificiis, macerisve, inclusae, sunt, maceris, quas, curatores, aquarum, causa, engita, ne, demolirentur, dominis, permisero, quibus, inscriptae, insculptaeque, essent, ipsorum, qui, permisissent, curatorum, nomina, mancant. »

Hac, lege, nihilam, rogator, quominus, ex, iis, fontibus, rivis, specubus, fornibus, aquam, sumere, haurire, iis, quibuscumque, curatores, aquarum, permisierit, praeterquam, rota, calice, machina, liceat, dam, neque, puteus, neque, foramen, aorum, fiat, ejus, hac, lege, nihilom, rogator.

SUNTO IDRAULICO

SUNTO IDRAULICO

L'idraulica è una scienza che ha per iscopo di condurre, innalzare e distribuire le acque per gli usi pubblici e particolari.

La parola idraulica deriva dal greco *ὑδραυλικός*, formato da *ὕδωρ*, acqua e da *αὐλός* flauto o tubo; e però la sua significazione letterale sarebbe acqua sonante, a cagione del romore che fa uscendo da un tubo.

Dell' acqua.

L'acqua è una sostanza il cui stato naturale è di essere fluida: pure non comincia a godere di questa proprietà che alla temperatura zero, del termometro di Reaumur. Ad una temperatura più bassa forma una massa solida conosciuta sotto il nome di ghiaccio.

Effetti della pressione dell'aria sull'acqua.

Le molecole dell'acqua nello stato fluido, sono di sì grande tenuità che sfuggono ai sensi nostri aiutati anche da tutti i soccorsi dell'arte: la loro poca coesione e la loro estrema mobilità fanno che non possono essere in quiete se non quando sono contenute da tutte le parti. E però la superficie dell'acqua contenuta in un bacino scoperto può essere considerata come la parte superiore del vaso o bacino nel quale è contenuta.

La pressione dell'aria sull'acqua non essendo in ragione del volume dell'acqua, ma in ragione della sua superficie, ne deriva che ogniquale che due masse d'acqua ABC, DEF (tav. XXX, fig. 1), possono comunicarsi, le loro superficie si pongono allo stesso livello.

Del Sifone.

L'effetto del sifone ACB (fig. 2), è un'altra prova della pressione dell'aria sull'acqua. Quando il ramo CB è più lungo di CA, se si fa entrare il capo A in un bacino pieno d'acqua, di modo che il ramo CB sia al di fuori, e in quello stato si pratichi il vuoto nel sifone, tutta l'acqua del bacino al di sopra del punto A si vuoterà per mezzo di questo tubo ricurvo, quantunque perciò bisogni che l'acqua risalga da A in C: d'onde risulta che l'acqua tende a sfuggire in tutti i sensi con la medesima forza: e non basta sostenere un fluido come un corpo solido, ma bisogna di più che le pareti del vaso o i muri del bacino che contengono l'acqua possano resistere alla forza laterale o spinta esercitata contr'esse. Per dare un'idea della maniera di calcolare questo sforzo prenderemo per esempio un bacino prismatico (fig. 3).

Se ad una delle faccie ABCD di questo bacino, si adatta un tubo angolare $4d$ d'un diametro qualunque, l'acqua, che tenderebbe ad escire per l'orificio 4 , sarebbe mantenuta dalla colonna $d4$: e se si praticano sulla stessa linea verticale otto orifici, indicati dalle cifre 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, e si adatta a ciascuno un tubo a braccia, è evidente che l'acqua la quale tende ad uscire da questi orifici, sarà mantenuta dalle colonne verticali $1a$, $2b$, $3c$, $4d$, $5e$, ec. che formeranno una progressione aritmetica, il cui termine medio sarà $4d$ e l'estremo $8h$, sicchè si avrà $4d = \frac{1+8}{2}$; cioè l'effetto dell'acqua contro ciascuna delle faccie, può essere espresso dal prodotto della sua superficie per la metà dell'altezza dell'acqua.

Se si immagina un serbatoio contenente una massa cubica d'acqua di 8 piedi in tutti i sensi, la superficie di ogni faccia sarà di 64 piedi, che moltiplicati per la metà della loro altezza, che è di 14 piedi, danno 256 piedi cubici. Il peso del piede cubico d'acqua sendo calcolato a 70 libbre: 256 piedi produrranno su di ogni faccia uno sforzo di 17920, e per le quattro faccie in giro 71680: mentre il cubo d'acqua che contiene il serbatoio, sendo di 512 piedi, non peserebbe che 35840: d'onde risulta che lo sforzo totale dell'acqua contro le fucce laterali d'un serbatoio è doppio del suo peso.

*Velocità con cui l'acqua passa da un vase cilindrico
in un altro di minor diametro.*

Se ad un vase cilindrico *GHIK* (fig. 4), si adatta un piccolo tubo curvo *KMN*, il cui diametro non sia che la decima parte di quello del vase *GH*, per formarne una specie di sifone capovolto, l'acqua si porrà al livello nelle due braccia *GI* ed *MN*, in modo che l'acqua contenuta nel piccolo braccio *MN*, sembri fare equilibrio a quella contenuta nel cilindro, la cui superficie sarebbe cento volte maggiore. Fa d'uopo osservare però che, supponendo l'acqua del piccolo tubo più alta d'una quantità *RN*, essa non s'innalzerà nel maggior cilindro, per porsi a livello, che della centesima parte di *RN*, e siccome in tale moto gli spazi percorsi sono in ragione inversa della superficie, ne risulta che la velocità dell'acqua del piccolo tubo sarà cento volte più grande di quella dell'acqua del cilindro, e sarebbe mestieri un tempo cento volte maggiore per empire il cilindro per mezzo del piccolo tubo, di quello che per empire il piccolo tubo per mezzo del cilindro; e che per aver una velocità eguale, bisogna che i diametri delle braccia, formanti sifoni, sieno eguali.

Moto dell'acqua.

Uno dei principali oggetti dell'idraulica, essendo di pervenire a conoscer bene gli effetti dell'acqua in movimento, noi cercheremo a bella prima di conoscere la velocità dell'acqua che esce da un recipiente per mezzo d'un orificio posto nel fondo od in uno dei suoi lati.

Questa velocità può essere espressa dalla lunghezza d'un prisma avente per base l'orificio, e il di cui cubo sarebbe la quantità d'acqua data da questo orificio in un certo tempo; così, sendo nota la quantità d'acqua trasmessa da un orificio qualunque, se si divide questa quantità d'acqua per la superficie dell'orificio, il quoziente indicherà la velocità dell'acqua, pel tempo in cui questa quantità è scorsa.

Dal che ne segue che *conosciuta la celerità dell'acqua e la superficie dell'orificio, per avere la quantità, bisogna moltiplicare l'espressione della velocità per quella della superficie.*

Torricelli, discepolo di Galileo, avendo osservato che un getto d'acqua che esce da un piccolo tubo si alza quasi all'altezza dell'acqua del recipiente da cui deriva, fu il primo, dicesi, che abbia cercato d'applicare la teoria della caduta dei gravi all'acqua che esce da un recipiente per mezzo d'un orificio; ma siccome passa una grande differenza tra la velocità d'un grave che cade liberamente nell'aria e quella dell'acqua che scorre in un orificio, ne risulta che l'applicazione della teoria Torricelli dà più dell'esperienza.

L'abate Bossuet, che ne ha fatte molte, trovò che il prodotto effettivo dell'acqua che esce da un recipiente da un tubo addizionale, la cui lunghezza è circa due volte il diametro, non era che $\frac{15}{16}$ di quello indicato dalla teoria adottata e spesse volte meno di $\frac{1}{2}$. La diversità di tali risultati m'indusse a cercare una teoria che meglio s'accordasse coll'esperienza.

Considerando per ciò il modo con cui la superficie dell'acqua si abbassa, quando essa sfugge da un orificio posto nel fondo o in una delle facce laterali d'un recipiente, ho pensato che la massa d'acqua che cagiona la velocità, poteva essere espressa da una piramide ABC, o ABD (fig. 5), avente per base la superficie dell'acqua del serbatoio, il cui asse passerebbe pel centro dell'orificio, e che agirebbe per una forza indicata dalla radice quadrata dell'altezza del suo centro di gravità, sopra il centro dell'orificio, in vece d'essere espressa dalla radice quadrata dell'altezza della superficie dell'acqua del serbatoio.

Teorica della caduta dei gravi.

La fisica dimostra che un peso che cade liberamente nell'aria, percorre nel primo secondo della sua caduta un'altezza verticale di 15 piedi, un pollice o 181 pollici, e che acquista per tale caduta una doppia velocità. Di più, che se si chiama A questa caduta di 181 pollici, ed H l'altezza da cui si lascia cadere il grave, la celerità di questo grave alla fine di sua caduta è una media proporzionale tra A ed H. Di maniera che chiamando la velocità V, si ha per media velocità la proporzione $A : V :: V : H$; dal che $V^2 = A H$ e $V = \sqrt{A H}$, e per la velocità acquisita alla fine del primo secondo $V = \sqrt{A H}$.

Bisogna osservare che le distanze percorse A ed H non possono essere prese che dal centro di gravità delle masse, dal che deriva che se si togliesse ad un tratto il fondo d'un vase prismatico ABCD (fig. 6), pieno d'acqua fino ad EF, la caduta della massa d'acqua

ECDF, non potrebbe misurarsi che dal suo centro di gravità G, e che la sua velocità primitiva non sarebbe dovuta che all'altezza GH, perchè allora tutta la massa tenderebbe a cadere come un grave. Ma se si pratica nel fondo solo una piccola apertura, la massa d'acqua che si precipita da quest'apertura, fa sì che essa sfugga con tanto maggiore velocità quanto più il foro è piccolo. Nel primo caso, la massa d'acqua è un prisma il cui centro di gravità trovasi a metà della sua altezza; negli altri casi, sono piramidi tronche, i cui centri di gravità sono tanto più alti quanto sono minori gli orifici. Ma per l'ordinario la superficie dei serbatoi è sì grande in rapporto a quella dei tubi di misura, che si può senza errore notevole, porre il centro di gravità della massa a $\frac{3}{4}$ dell'altura verticale dell'acqua, al di sopra del centro di questi tubi.

Il pollice d'acqua di Parigi deve dare, secondo l'adottata teorica, 968 pollici cubici d'acqua e $\frac{4}{10}$ al minuto, mentre non ne dà realmente che 672, cioè 296 pollici $\frac{4}{10}$ di meno. Una sì grande diversità non potrebbe essere attribuita al solo attrito; e prendendo per l'altezza dell'acqua che cagiona la velocità solo $\frac{3}{4}$ dell'altezza al di sopra del centro dell'orificio, come io propongo, si avrebbe per prodotto d' un pollice d'acqua in un minuto di tempo, indipendentemente dagli attriti, 840 pollici in vece 672, ciò che fa ascendere l'attrito al quinto.

Dell'attrito.

È certo che l'attrito dell'acqua e la coesione delle sue molecole, per quanto deboli sieno, sono cagione della diminuzione di velocità e del prodotto dell'acqua che esce da un tubo di misura o da un tubo addizionale adattato ad un recipiente. Da accuratissime esperienze si conobbe che tale diminuzione non è in ragione della capacità dei tubi; in modo che, a peso d'acqua eguale, i prodotti non sono, come pur dovrebbero essere, in ragione della superficie degli orifici, come suppone Frontino nel valutar i prodotti dei moduli. Ad onta che questa regola sia stata adottata dagli autori dei moderni trattati sull'idraulica, essa non combina coi risultati delle esperienze istituite a Roma nel 1809 da Mallet, ingegnere in capo di ponti e strade, e da Andrea Vici architetto, allora direttore delle acque di quella città, verificate poi da De Prony nel suo soggiorno a Roma, da cui risulta che un tubo, di cui la superficie dell'orificio era quintupla di quella

di un tubo d'un' oncia, produceva un settimo di più che cinque tubi d'uu'oncia.

.. 2

Osservazioni sulle cause della diminuzione della velocità delle acque correnti.

La mobilità e la poca aderenza delle molecole dell'acqua non impediscono a questo fluido di sostenersi sur una superficie orizzontale, senza scorrere, fino ad una certa altezza, e d'attaccarsi fortemente a questa superficie; ecco alcune esperienze in proposito:

1.^o Se si versa sulla superficie retta ed orizzontale d'un solido qualunque una goccia d'acqua, il cui diametro sia minore di 3 linee, essa s'attacca in modo che si può riversare la superficie senza che l'acqua scorra, nè si distacchi.

2.^o Se questa superficie si volta, e si rimette a livello, si possono aggiungere altre gocce e formare una piattaforma d'acqua estessima di circa una linea e un terzo di grossezza.

3.^o Se si bagna con una spugna una parte d'una superficie retta e livellata, e vi si versa bel bello dell'acqua, questa si estenderà fino all'estremo della parte bagnata, e formerà una piattaforma d'una linea e $\frac{1}{2}$ di grossezza.

4.^o Se prendesi una lastra d'una materia qualunque d'un pollice in quadrato di superficie, e la si regge in equilibrio su la superficie dell'acqua, bisogna, per staccarnela un peso di 50 grani, equivalente ad una grossezza d'una linea e $\frac{1}{4}$, e siccome la si ritira carica al di sotto di uno strato d'acqua pesante tre grani, questa esperienza può servire a far conoscere la forza con la quale l'acqua s'attacca alle superficie bagnate.

Abbiamo veduto che l'acqua poteva reggersi sur una superficie di livello senza colare, sino all'altezza d'una linea e $\frac{1}{2}$: questa grossezza, sur una superficie d'un pollice quadrato, peserebbe 42 grani, dai quali togliendo 3 grani per l'aderenza dell'acqua alle superficie, rimane per l'aderenza delle parti dell'acqua tra loro 39 grani: sicchè la forza con la quale le parti dell'acqua aderiscono tra loro, sta a quella con cui si attacca alle superficie bagnate come 3 : 39, ossia come 1 : 13.

Tutte queste proprietà dell'acqua sono necessarie a conoscersi perchè molto possono sulla sua azione quando è in movimento.

L'attrito che diminuisce la velocità dell'acqua, che esce da un serbatoio per un tubo addizionale, può venir espresso dal rapporto della superficie del suo orificio al suo perimetro: e però chiamando r il raggio, la superficie sarà espressa da $r^2 \times 3 \frac{1}{2}$ ed il perimetro da $2r \times 3 \frac{1}{2}$. Le quali due espressioni moltiplicate ciascuna per $3 \frac{1}{2}$, il loro rapporto sta come $r^2 : 2r$ o $\frac{r}{2}$. Risulta da parecchie esperienze che la grossezza dello strato d'acqua che s'attacca alle pareti dei tubi, e ne ritarda la velocità, può essere calcolata a circa $\frac{1}{16}$ di linea. E però per l'espressione dell'attrito nei tubi di 1 pollice o 12 linee di diametro, sendo il valore r di 6 linee, quello di $\frac{r}{2}$ sarà $\frac{12}{16} = \frac{3}{4}$ che moltiplicato per $\frac{3}{16}$ dà $\frac{9}{64}$ che riduconsi ad $\frac{1}{11}$.

Per far conoscere il vantaggio della regola che io propongo sulla teorica adottata fino a questo giorno, ho istituito il quadro seguente, nel quale trovansi riuniti i dati e i prodotti per tubi addizionali d'un pollice di diametro su due pollici di lunghezza adattati ad un serbatoio, sotto pressioni od altezze d'acqua, dall'1 sino a 15 piedi, confrontati ai prodotti rinvenuti dall'abate Bossut (Idrodinamica, tomo 2, pag. 72).

La prima colonna di questa tavola indica in piedi le altezze o pressioni d'acqua al di sopra degli orifici dei tubi.

La seconda indica in pollici cubici, il prodotto per un minuto, stando all'adottata teorica.

La terza indica i prodotti effettivi pel tempo medesimo.

La quarta e la quinta colonna indicano le altezze ridotte in pollici e le radici quadrate corrispondenti.

La sesta colonna indica i prodotti, prendendo, per causa delle velocità la radice quadrata di ogni altezza al di sopra degli orifici.

La settima colonna indica i prodotti, ridotti ai $\frac{16}{15}$ a detta dell'abate Bossut.

L'ottava colonna indica i $\frac{1}{2}$ dell'altezza d'acqua al di sopra degli orifici espressi in pollici.

La nona, la radice dei $\frac{1}{2}$ dell'altezza.

Nella decima colonna furono espressi i prodotti calcolati sulle radici quadrate dei $\frac{3}{4}$ dell'altezza dell'acqua al di sopra dell'orificio, non avuto riguardo alla diminuzione cagionata dall'attrito.

L'undecima ed ultima colonna contiene i prodotti, avuto riguardo all'attrito, che si riducono ad un po' meno di $\frac{10}{11}$ dei prodotti, non avuto riguardo all'attrito.

QUADRO COMPARATIVO

Dei prodotti teoratici ed effettivi d'un tubo addizionale d'un pollice di diametro su 2 di lunghezza sotto la pressione di 1 sino a 15 piedi.

	Altezze centesimali dell'acqua nel vertice al di sopra dell'orificio centrale del tubo, espresso in piedi.	Prodotti naturali in un minuto per un orificio di un pollice di diametro espresso in pollici cubici.	Prodotti effettivi nello stesso spazio di tempo.	Altezze dell'acqua ridotte in pollici.	Radice delle altezze.	Prodotti calcolati sulle radici quadrate delle altezze.	Riduzione dei prodotti della colonna precedente al 1/16.	1 3/4 dell'altezza dell'acqua in pollici.	Radice dei 3/4 delle altezze.	Prodotti calcolati sui 3/4 delle altezze indipendentemente dall'attrito.	Prodotti dei 3/4 delle altezze, avuta riguardo all'attrito, calcolati ad 1/12.
1	4381	3539	12	3,47	4394	3570	9	3,00	3806	3513	
2	6196	5002	24	4,90	6205	5041	18	4,25	5391	4976	
3	7589	6126	36	6,00	7597	6172	27	5,20	6597	6090	
4	8763	7070	48	6,93	8775	7129	36	6,00	7612	7206	
5	9797	7900	60	7,75	9813	7973	45	6,71	8513	7878	
6	10732	8654	72	8,49	10751	8735	54	7,35	9325	8608	
7	11592	9340	84	9,17	11612	9434	63	7,94	10073	9298	
8	12392	9975	96	9,80	12409	10082	72	8,49	10771	9942	
9	13144	10579	108	10,40	13169	10699	81	9,00	11418	10540	
10	13855	11151	120	10,96	13878	11276	90	9,49	12039	11113	
11	14530	11693	132	11,49	14549	11821	99	9,95	12623	11652	
12	15180	12205	144	12,00	15195	12346	108	10,40	13194	12179	
13	15797	12699	156	12,49	15816	12850	117	10,82	13727	12671	
14	16393	13177	168	12,97	16423	13343	126	11,23	14247	13151	
15	16968	13620	180	13,42	16993	13807	135	11,62	14742	13608	

Abbiamo già detto che da Frontino in poi, tutti gli autori che si sono occupati dell'Idraulica pensarono che i prodotti dei tubi di misura di diversi diametri, che si adoperano per misurare le acque, doveano sotto la stessa pressione stare tra essi come le aree dei loro orifici, il che sarebbe vero se l'acqua non provasse attrito contro i perimetri dell'orificio; ma che le esperienze instituite a Roma nel 1809 dai signor Maillet e Vici, e ripetute da Prony, han fatto conoscere che un tubo di misura di 5 once somministrava un settimo di più dei cinque tubi d'un'oncia ciascuno, per la ragione che l'attrito, il quale diminuisce la velocità è in ragione dei perimetri degli orifizii, paragonati alla loro superficie.

Fatta l'applicazione della regola proposta alle esperienze dei signori Mallet e Vici, ebbi la seguente tavola in cui si trovano riuniti e confrontati: 1.º il risultamento delle esperienze di Mallet e Vici; 2.º quello che darebbe l'adottata teorica; 3.º quello che darebbe la riduzione ai $\frac{11}{16}$ proposta da Bossut; 4.º quello della regola proposta, primamente senz'aver riguardo all'attrito, e quindi facendo la diminuzione che risulta da questo attrito.

La prima colonna indica il prodotto dei moduli espresso in once.

La seconda, il diametro degli orifici.

La terza, in minuti secondi, il tempo impiegato dall'acqua somministrata da ciascuno degli orifici ad empire il serbatoio, la cui capacità era di 6 palmi, 10 once e $\frac{5}{8}$ o 11894 once cubiche.

La quarta, la quantità d'acqua somministrata per ciascuno di questi orifici in un secondo di tempo.

La quinta, la quantità d'acqua somministrata in un minuto, dietro l'esperienza.

La sesta, la quantità d'acqua, che stando alla teoria, avrebbe dovuto essere somministrata in un minuto.

La settima, indica egualmente per ogni minuto, la quantità che avrebbe dovuto essere somministrata riducendo quella risultante dalla teoria ai $\frac{11}{16}$, stando a quanto dice Bossut.

L'ottava, indica per un minuto la quantità somministrata stando alla regola da me proposta, non avendo avuto riguardo all'attrito.

La nona, indica l'attrito.

E la decima la quantità diminuita di quella che fa perder l'attrito.

TAVOLA

Dei risultamenti delle esperienze instituite a Roma, nel 1809, dai signori Mallet, Vici, e verificate dal signor Prony, per empirie un serbatoio, la cui capacità era di 6 palmi, once 10 e $\frac{1}{2}$, oppure 11894 once cubiche, coi diversi moduli servienti alla distribuzione delle acque.

Prodotto dei moduli espresso in once.	Diametro degli orifici.	Tempo espresso in secondi per capia questo serbatoio.	Quantità per un minuto secondo.	QUANTITÀ PER UN MINUTO					
				Stando all'esperienza.	Stando alla teoria adottata.	Stando alla riduzione di 1,316 proposta da Bossut.	Stando alla regola da me proposta, non calcolato l'attrito.	Attrito.	Risultato colla riduzione dell'attrito.
1 oncia	1,000	162	73,42	4405,20	5922	4811,62	5128	0,140	4414
2 $\frac{1}{4}$	1,225	106	112,21	6732,60	8883	7217,43	7692	0,136	6791
2	1,415	77	154,47	9268,20	11844	9623,24	10256	0,132	10149
2 $\frac{1}{2}$	1,582	60	198,23	11893,80	14805	12029,05	12820	0,128	12697
3	1,733	48	247,79	14867,40	17766	14434,86	15364	0,124	15245
3 $\frac{1}{2}$	1,871	42	283,19	16991,40	20727	16840,67	17948	0,120	17772
4	2,000	37	321,46	19287,60	23688	19246,48	20512	0,116	20340
4 $\frac{1}{2}$	2,122	32	371,69	22301,40	26649	21632,29	23086	0,112	22887
5	2,237	28	424,78	25486,80	29610	24058,00	25640	0,108	25433

La tavola XXXI rappresenta l'apparecchio adoperato dai signori Mallet e Vici per instituire le loro esperienze.

Frontino ne insegna che i moduli o calici, per mezzo dei quali si fa la distribuzione delle acque può influire sui loro prodotti, e

« Che se il calice è collocato a livello e ad angolo retto del castello d'acqua o serbatoio, dà quanto deve.

„ Che se è inclinato dall'alto al basso nel senso in cui l'acqua scorre, ne dà troppo, e

„ Che se è inclinato dal basso in alto, non ne dà quanto deve.”

Supponendo, come è probabile, che la faccia del serbatoio nella quale il calice è collocato, sia opposto alla corrente, è chiaro che un calice collocato di livello, come AB (fig. 7, tav. XXX), perpendicolarmente alla faccia del serbatoio, ed in modo che una parte di sua lunghezza passi all'interno, darà quanto deve.

Ma se questo tubo, invece d'essere a livello, è inclinato in modo che l'estremo f collocato all'interno sia più alto del capo e collocato all'esterno, è evidente non esservi che l'altezza d'acqua, al di sopra del centro dell'orificio che può cagionare la sua velocità, cioè if .

Supponiamo che il secondo calice gk , abbia il suo capo esterno k allo stesso livello del capo interno f dell'altro tubo, e il suo altro capo g , che è all'interno allo stesso livello del capo esterno e dell'altro tubo, è chiaro che la pressione la quale fa salire l'acqua nel tubo gk è espressa dalla linea fg ; e che la velocità dell'acqua, uscendo dall'orificio k , è dovuta solo all'altezza if . La maggior velocità nel tubo fe deriva solo da ciò che l'acqua prova minor attrito discendendo dal tubo fe che risalendo dal tubo gk .

L'esperienza prova che ad egual pressione d'acqua, un orificio praticato in una parete verticale d'un serbatoio, somministra tant'acqua quanto un orificio forato nel fondo. E però il tubo A (fig. 8), non dà più acqua che il tubetto addizionale d , mentre la sua lunghezza non eccede due volte il suo diametro. Lo stesso dicasi dei tubi b ed e , e dei tubi c ed f . Ma se i piccoli tubi orizzontali d , e , f fossero continuati, proverebbero un attrito in ragione di loro lunghezza e darebbero meno dei loro corrispondenti verticali. Se questi tubi, anzichè essere orizzontali, avessero un pendio più o meno grande, l'attrito che ritarda la loro velocità sarebbe tanto minore quanto più la loro inclinazione s'accosterebbe alla verticale.

E però le osservazioni di Frontino sono giuste perchè ai tempi suoi applicavansi i tubi di condotta immediatamente al modulo. Non poteva esser altro allora che una specie di metodo a tentone indicato dall'uso che facea collocare il modulo un po' più alto o un po' più basso per giungere a fargli somministrare in un tempo fissato la quantità d'acqua che il modulo comportava, ricevuta in un vaso di conosciuta capacità. Questa quantità dovea variare in ragione del diametro del modulo e del tubo di condotta che vi era adattato, come

pure della sua lunghezza, perchè a pressione eguale il modulo ventenario, che avea cinque digiti di diametro, dovea in ragione degli attriti produr meno in proporzione del modulo di ottanta digiti, il cui diametro era di 6.

Il metodo attualmente adoperato a Parigi per misurare e distribuire le acque, è molto più semplice ed esatto. Non si adopera che un sol modulo, tubetto addizionale d'un pollice di diametro: e lo si ripete tante altre volte quanti pollici d'acqua si vogliono distribuire. Tutti questi tubi sono collocati sur una stessa linea di livello e perpendicolarmente alla faccia del serbatoio al quale sono adattati. Bisogna che non si trovi se non una linea d'acqua superiormente all'orificio di ciascuno dei tubi, sicchè il loro centro è a 7 linee sotto la superficie dell'acqua del serbatoio.

L'acqua cade in vasche che ricevono il numero dei pollici d'acqua determinato per ciascuna. In fondo di queste vasche sono saldati tubi conducenti l'acqua al suo destino. Nè la lunghezza del tubo di condotta, nè il suo diametro influiscono sull'acqua distribuita dai tubetti di modulo.

Il serbatoio nel quale arriva l'acqua è diviso in due parti da un chiuso che si oppone alla corrente dell'acqua. Questo chiuso non tocca il fondo del serbatoio, sicchè l'acqua passa dalla prima parte del serbatoio nella seconda, ove sono i calici risalendo senza agitazione (Fig. 1, 2, 3, tav. 7).

Il prodotto del pollice d'acqua è fissato a 672 pollici cubici il minuto. Per le quantità minori del pollice si è convenuto di dividere il suo prodotto in 144 parti, indicate sotto il nome di *linee d'acqua*. Belidor, al secondo volume della sua architettura idraulica, spiega il motivo di questa divisione fondata sul principio che la superficie degli orificii circolari stanno tra loro come i quadrati dei diametri.

E però i diametri dei tubi di modulo sendo 12, 11 $\frac{1}{2}$, 11, 10 $\frac{1}{2}$, 10, ecc., le distribuzioni corrispondenti sono calcolate in linee d'acqua a 144, 132, 121, 110, 100, ecc., che sono i quadrati dei diametri a cui corrispondono.

Il numero dei pollici cubici d'acqua che somministra in un minuto il tubo di misura d'un pollice o 12 linee di diametro, sendo di 672, si avrà la calcolazione del numero dei pollici cubici d'acqua che dovrebbe somministrare uno dei tubi adottati, per esempio quello di 8 linee di diametro, facendo questa analogia 144 : 672 :: 64, sta ad un quarto termine che si troverà di 298 $\frac{11}{12}$. Ma siccome la spesa è diminuita dall'attrito, che è tanto maggiore, quanto più pic-

colo è il diametro degli orifici, il tubo di 8 linee non produce che 264 pollici cubici invece di 298.

Del movimento dell'acqua nei tubi di condotta e nei canali.

La velocità dell'acqua che scorre nei tubi o nei canali, prova una diminuzione tanto più grande quanto sono più lunghi. Alcuni autori d'idrostatica pensarono che questa diminuzione esser dovesse in ragione dei quadrati delle lunghezze. Ma le numerose esperienze instituite dai signori Couplet, abate Bossut, cavalier di Buat ed altri, non comprovano questa regola. Dall'esame particolare di tutte queste esperienze son giunto a conoscere che tale diminuzione sembra essere in ragion quadrata delle lunghezze divisa per la velocità iniziale, cioè per la lunghezza percorsa all'uscire del serbatoio nel primo secondo di tempo.

Il che dà esprimendo la velocità iniziale con V e la lunghezza del tubo con L , la formola
$$\frac{V}{\sqrt{L}}.$$

Abbiamo, nelle quattro tavole seguenti, riuniti tutti i dati necessari all'applicazione di questa regola, ai diversi prodotti delle esperienze riportate, paragonati a quelli che dà l'applicazione della regola ordinaria del quadrato delle lunghezze. E però vedesi col primo articolo di questa Tabella che l'abate Bossut trovò che un tubo di 16 linee di diametro, producente alla sua origine 6330 pollici il minuto che dà una velocità di 75 pollici e $\frac{1}{2}$ al secondo, prolungato a 30 piedi, non somministrava alla sua estremità che 2778 pollici cubici, che riduce la velocità a 33 pollici, e $\frac{11}{100}$ al secondo.

Applicazione della regola proposta a questo tubo, supponendo che posi esattamente a livello in linea retta, e perfettamente calibro in tutta la sua lunghezza.

Divisi i 30 piedi o 360 pollici di lunghezza per la velocità iniziale di 75 $\frac{50}{100}$, si troverà poi quoziente 4,777, la cui radice quadrata è 2,119. Fatta poi la proporzione: 4,771 : 2,119 :: 75,52 : un quarto termine che si trova eguale a 34,67 e che indica la velocità per ogni minuto secondo all'estremità del tubo di 30 piedi. Questa velocità moltiplicata per la superficie dell'orificio del tubo che è $\frac{16}{16}$, darà per ogni secondo un prodotto di 48 pollici cubici $\frac{50}{100}$ e per un minuto 2905, invece di 2778 che dà l'esperienza, differenza la quale non può venir attribuita che alle saldature ed alla impossibilità di calibrar perfettamente un tubo formato d'un gran numero di foglie di latta.

TAVOLA I.

PER LE ESPERIENZE INSTITUTE DALL'ABATE BOSSUT

Onde giungere a conoscere la diminuzione della velocità dell'acqua nei tubi di condotta, in ragione di loro lunghezza.

Applicazione pei tubi di 16 linee di diametro sotto la pressione d' un piede. (Superficie $\frac{25}{16}$), (velocità iniziale 75,52), (prodotto per un minuto 6330).

Lunghezza dei tubi in piedi.	La stessa lunghezza ridotta in pollici.	Prodotto delle esperienze in pollici cubici per un minuto o di tempo.	Radici quadrate della lunghezza in pollici.	Prodotto calcolato in ragione delle radici quadrate delle lunghezze.	Lunghezza dei tubi divisa per la velocità iniziale.	Radici quadrate di queste lunghezze.	Prodotto stando alla regola proposta.	Velocità finale dell'esperienza.	Velocità finale stando alla teoria proposta.
30	360	2778	18,98	333	4,77	2,19	2905	33,14	34,67
60	720	1957	26,84	226	9,64	3,09	2049	23,34	24,46
90	1080	1587	32,87	193	14,31	3,78	1617	18,82	19,94
120	1440	1321	37,95	167	19,07	4,37	1449	16,10	17,30
150	1800	1178	42,43	149	23,84	4,88	1295	14,05	15,45
180	2160	1052	46,48	136	28,60	5,35	1183	12,55	14,12

TAVOLA II.

PER LE ESPERIENZE ISTITUITE DALL'ABATE BOSSUT

Onde giungere a conoscere la diminuzione della velocità dell'acqua nei tubi di condotto, in ragione di loro lunghezza.

Applicazione pei tubi di 2 pollici di diametro sotto la pressione d'un piede. (Superficie $3\frac{1}{7}$), (velocità iniziale 75,52), (prodotto per un minuto 14243).

Longhezza dei tubi in piedi.	La stessa lunghezza ridotta in pollici.	Prodotto delle esperienze in pollici cubici, per un minuto di tempo.	Radici quadrate delle lunghezze in pollici.	Prodotto calcolato in ragione delle radici quadrate delle lunghezze.	Longhezza dei tubi divisa per la velocità iniziale.	Radici quadrate di queste lunghezze.	Prodotto stando alla regola proposta.	Velocità finale dell'esperienza.	Velocità finale stando alla proposta teorica.
30	360	7680	18,98	750	4,77	2,19	6537	40,72	34,67
60	720	5564	26,84	531	9,54	3,89	4612	29,50	24,46
90	1080	4534	32,87	433	14,31	3,78	3760	24,04	19,94
120	1440	3944	37,95	375	19,07	4,37	3262	20,91	17,30
150	1800	3486	42,43	336	23,84	4,88	2913	18,48	15,45
180	2160	3119	46,48	306	28,60	5,35	2663	16,53	14,12

TAVOLA III.

PER LE ESPERIENZE INSTITUTE DALL' ABATE BOSSUT

Onde giungere a conoscere la diminuzione della velocità d'acqua nei tubi di condotto, in ragione di loro lunghezza.

Applicazione per tubi di 16 linee di diametro sotto la pressione di due piedi. (Superficie $\frac{16}{15}$), (velocità iniziale 106,75), (prodotto per un minuto 8939).

Longhezza dei tubi in piedi.	La stessa lunghezza ridotta in pollici.	Prodotto delle esperienze in pollici cubici per un minuto di tempo.	Radici quadrate delle lunghezze in pollici.	Prodotto calcolato in ragione delle radici quadrate delle lunghezze.	Longhezza dei tubi divisa per la velocità iniziale.	Radici quadrate di queste lunghezze.	Prodotto stando alla proposta regola.	Velocità finale dell'esperienza.	Velocità finale stando alla proposta regola.
30	360	4086	18,98	471	3,09	1,76	5095	58,50	60,80
60	720	2888	26,84	333	6,74	2,60	3451	34,35	41,18
90	1080	2352	32,87	272	10,12	3,18	2811	28,06	33,54
120	1440	2011	37,95	235	13,48	3,76	2435	25,00	28,06
150	1800	1762	42,43	211	16,86	4,11	2180	21,02	25,02
180	2160	1583	46,48	192	20,23	4,50	1989	18,88	23,74

TAVOLA IV.

PER LE ESPERIENZE INSTITUTE DALL' ABATE BOSSUT

Onde giungere a conoscere la diminuzione della velocità d'acqua nei tubi di condotto, in ragione di loro lunghezza.

Applicazione per tubi di 2 pollici di diametro sotto la pressione di due piedi. (Superficie $3 \frac{1}{2}$), (velocità iniziale 106,75), (prodotto per un minuto 20,112).

Lunghezza dei tubi in piedi.	La stessa lunghezza ridotta in pollici.	Prodotto delle esperienze in pollici cubici per un minuto di tempo.	Radici quadrate della lunghezza in pollici.	Prodotto calcolato in ragione delle radici quadrate della lunghezza.	Lunghezza dei tubi divisa per la velocità iniziale.	Radici quadrate di questa lunghezza.	Prodotto stando alla proposta regola.	Velocità finale dell'esperienza.	Velocità finale stando alla proposta teoria.
30	360	11219	18,98	1059	3,37	1,84	10989	59,49	58,28
60	720	8190	26,84	749	6,74	2,60	7765	43,43	41,18
90	1080	6812	32,87	612	10,11	3,18	6330	36,12	33,57
120	1440	5885	37,95	529	13,48	3,67	5480	31,20	29,06
150	1808	5232	42,43	476	16,86	4,11	4907	28,27	26,08
180	2160	4710	46,48	432	20,23	4,50	4476	24,97	23,74

Applicazioni alle esperienze instituite su parecchi condotti d'acqua di Versailles riportate dal signor Couplet figlio, nelle Memorie dell'Accademia delle Scienze del 1732 (1).

Le prime esperienze furono instituite sur un condotto che andava un tempo dal serbatoio della piazza Delfina a Versailles, alle stalle, e nello sviluppo è indicato dal profilo A, della Tavola XXX. La parte verticale è composta d'un primo tubo di piombo di 6 pollici di diametro che parte dal fondo del serbatoio, e al quale comunetesi un altro tubo di piombo di 4 pollici di diametro e di 17 piedi e 4 pollici di lunghezza, sicchè queste due parti formano insieme un'altezza verticale di 23 piedi e 4 pollici. La seconda parte di questo tubo verticale congiungesi ad un tubo di ferro che segue il movimento del terreno.

Lo sviluppo di questo condotto, è, a detta di Couplet, di 296 tese, 5 piedi e 4 pollici, non comprese le sinuosità che forma nel senso orizzantale, le quali recar possono questo sviluppo a 297 tese o 1782 piedi. Dal lato delle stalle questo condotto terminasi con un tubo di piombo ascendente che sgorga l'acqua a gola aperta nel serbatoio. Ciò posto, sotto una pressione d'acqua di 9 pollici, compresa tra 'l livello della superficie d'acqua del serbatoio di partenza alla piazza Delfina e il capo del tubo che manda l'acqua alle stalle, trovò Couplet che il prodotto per un minuto era di 2 pollici d'acqua più 63 linee: e siccome non calcola il prodotto del pollice d'acqua che 13 pinte e un terzo di Parigi, o 640 pollici cubici, invece di 672, i due pollici $\frac{63}{144}$ trovati, non danno che 1560 pollici cubici,

Se si considera che questo condotto forma un sifone rovescio, il cui effetto sarebbe compensato da un cilindro di 4 pollici di diametro, formante la continuazione d'un tubo d'arrivo, su 9 pollici d'altezza, partendo dalla parte superiore dell'orificio del tubo o di 11 pollici partendo dal centro, che è la differenza di livello di partenza a quello d'arrivo, e che agirebbe indipendentemente dagli attriti, con una velocità dovuta all'altezza del suo centro di gravità, cioè di 5 pollici e mezzo, producendo una velocità iniziale di 63 pollici al se-

(1) Tali esperienze sono riferite da Belidor nel secondo volume della sua Architettura Idraulica, dall'abate Bossut nel secondo volume della sua Idrodinamica, e nei Nuovi principii d'Idraulica, di Bernard, direttore aggiunto dell'Osservatorio di Marsiglia.

condo, espresso da V , per l'applicazione della formola $\sqrt{\frac{V}{L}}$, che in questo caso è eguale $\sqrt{\frac{21384}{63}}$, si avrà 3,42. Moltiplicando questa ve-

locità 3,42 per la superficie ridotta dell'orificio del tubo di 4 pollici di diametro che è 12,33, trovasi pel prodotto d'un secondo, 42 pollici e $\frac{17}{100}$, e per 1 minuto 2530, pollici cubici, invece di 1560, dati dalla esperienza, cioè 970 pollici di più: ma in tale applicazione non si è avuto riguardo alle diverse svolte che forma il condotto. Fu considerato siccome formante una linea retta di tubi di 4 pollici di diametro calibri perfettamente in tutta la loro estensione. E questa differenza di 970 pollici è il risultamento degli ostacoli che cagionar possono le svolte e le irregolarità.

Lo stesso condotto sotto una pressione di 21 pollici, ha prodotto in un minuto 4 pollici d'acqua, ciascuno di 640, formanti insieme 2560; sendo la velocità iniziale 91,22, la formola $\sqrt{\frac{V}{L}}$ diventa 5,95,

che moltiplicata per la superficie ridotta 12,33 dà per un secondo 73,36 e per un minuto 4402. Il che porta la diminuzione a più d'un terzo. Pure questo secondo risultato è quasi nello stesso rapporto di quello di 1560 a 2560; perchè istituendo la proporzione 1560 : 2560 :: 2167 : x , si ha per quarto termine 3556 minore di 4402, da noi trovato, ma che tanto non ne diversifica da non giustificare la nostra operazione.

Sotto una pressione di 31 pollici, lo stesso condotto ha somministrato in un minuto 50 pollici e 60 linee, o 3466 pollici cubici. La velocità iniziale dell'acqua sendo 109,29 pollici l'applicazione della formola dà 96,29 per un secondo e per un minuto 5778 anzichè 3466.

Nel 1732, questo condotto fu rinnovato con tubi di 6 pollici di diametro, in modo da formar un minor numero di sinuosità, siccome dimostra il profilo B. Questo nuovo condotto ha 285 tese, 2 piedi, 9 pollici e 6 linee di lunghezza o 20553 pollici. Sotto una pressione d'acqua di 3 pollici, produsse in un minuto 7 pollici e 44 linee d'acqua, o 4675 pollici cubici. La velocità iniziale dell'acqua, sendo 46,60, l'applicazione della formola dà 3719 al minuto, invece di 4675.

Lo stesso condotto di 6 pollici di diametro, sotto una pressione

di 5 pollici e un quarto (colonna 6 della Tavola), somministrò in un minuto, stando all'esperienza, 6270; la velocità iniziale sotto questa pressione, sendo di 54,65, e la lunghezza del condotto, come abbiamo detto, di 20553, l'applicazione della formola dà 4707, invece di 6720.

Un altro condotto d'acqua rappresentato dal profilo C, di 5 pollici di diametro, parte di gres e parte di piombo, che recava le acque dal bacino d'esplorazione, presso Sant'Antonio a Versailles, nel serbatoio di piazza Delfina, il cui totale sviluppo era di 1170 tese, un piede, 7 pollici, o 84259 pollici, e produce in un minuto di tempo sotto una pressione di 24 pollici; 9 pollici, 115 linee da fontaniere, o 6271 pollici cubici.

L'applicazione della formola dà 3980 pollici (colonna 4, della Tavola).

Un'altra esperienza istituita sur un condotto di 12 pollici di diametro e di 600 tese, o 43200 pollici di lunghezza (rappresentata dal profilo D), conducente le acque del serbatoio dall'altura Mont-Boron al gran serbatoio della via *Bons-Enfants*, sotto una pressione di 12 piedi, o 145 pollici, ha prodotto in un minuto 159440 pollici cubici.

L'applicazione della formola darebbe 116017 pollici cubici.

Finalmente una esperienza istituita sur un condotto di 18 pollici di diametro (rappresentato dal profilo E), conducente l'acqua dal quartiere de' serbatoi del *Parc-aux-Cerfs*, a quello dell'estremo dell'ala, e la cui lunghezza sviluppata era di circa 790 tese, o 56880 pollici, sotto una pressione di 4 piedi, 7 pollici e mezzo, o 55 pollici e mezzo, ha prodotto 221277 pollici cubici.

L'applicazione della formola dà 120154.

TAVOLA COMPARATIVA

DELLE ESPERIENZE INSTITUTE DAL SIGNOR COUPLET

Sui condotti delle acque di Versailles e dei risultamenti dell'applicazione della formola proposta a queste esperienze.

Numero delle linee.	Diametro dei tubi in pollici.	Superficie degli orifici in pollici.	Superficie ridotta dall'attrito.	Pressione o altezza dell'acqua al di sopra del tubo di fuga.	Pressione, o altezza misurata al centro dell'orificio.	Altezza che cagiona la velocità.	Velocità iniziale.	Lunghezza del condotto in pollici.	Lunghezza a del condotto divisa per la velocità.	Radice quadrata della lunghezza divisa per la velocità.	Velocità finale.	Prodotto del calcolo per un minuto.	Prodotto dell'espressione per un minuto.
1. ^a	4	12,57	12,33	9 pol.	11	5, 5	63,00	21,38	339,43	18,49	37,2	2532	1560
2. ^a	4	12,57	12,33	21	23	11, 5	91,24	21,38	234,37	15,30	56,5	4402	2560
3. ^a	4	12,57	12,33	31	33	16, 5	109,29	21,38	195,66	13,99	78,1	5778	3466
4. ^a	5	19,64	19,34	25	27 $\frac{1}{2}$	23, 75	99,77	84,26	844,6	29,06	34,3	3980	6271
5. ^a	6	28,38	27,92	3	6	3, 00	46,60	20,55	441,11	21,00	2,12	3719	4675
6. ^a	9	28,38	27,92	5 $\frac{1}{4}$	8 $\frac{1}{2}$	4,125	54,65	20,55	376,13	19,40	2,81	4707	6720
7. ^a	12	113,14	112,52	145	151	75, 50	233,80	43,20	184,77	13,59	17,20	116017	159410
8. ^a	18	254,37	253,49	55 $\frac{1}{2}$	64 $\frac{1}{2}$	32, 25	152,80	56,88	322,25	19,29	7,90	120154	221277

Dei getti d'acqua.

Tutti sanno come Torricelli, discepolo di Galileo, avendo notato che l'acqua di un getto, uscendo da un piccolo tubo, s'innalzava quasi all'altezza del serbatoio, ne concluse che la sua velocità all'uscir del tubo dovea essere espressa da quella acquistata da un grave caduto dalla medesima altezza. Torricelli pubblicò la sua scoperta nel 1643 in seguito ad un trattatello intitolato *De motu Gravium*.

Ma bisogna considerare: 1.° Che se invece di un tubo di misura se ne adatta a quello di condotto uno verticale dello stesso diametro, l'acqua vi salirà all'altezza della superficie di quella del serbatoio, a qualunque distanza si trovi dall'origine del tubo di condotto: e che la colonna d'acqua che contiene farà equilibrio allo sforzo del fluido che tende ad uscire dal serbatoio.

2.° Che il tempo necessario alla colonna d'acqua per innalzarsi all'altezza della superficie di quella del serbatoio sarà tanto più grande quanto più questo tubo sarà lontano dal serbatoio a cagione della diminuzione di velocità provata dall'acqua nei tubi di condotto, in ragione di loro lunghezza.

3.° Che l'acqua che sale in un tubo verticale è mantenuta in tutta la sua altezza delle pareti di questo tubo mentre un getto verticale è isolato ed ha per soprappiù a sostenere il peso dell'acqua che ricade sul getto indipendentemente dalla resistenza dell'aria. D'onde risulta che un getto verticale non può giugnere a sormontare tutti quegli ostacoli che con una velocità molto maggiore di quella che fa risalire l'acqua nei tubi dello stesso diametro.

È pure dimostrato che lo sforzo dell'acqua contro le faccie verticali dei serbatoi o tubi che la contengono, sendo doppio del suo peso esigerebbe una doppia velocità: risulta che indipendentemente dagli attriti, la velocità dell'acqua che comunica da un grosso tubo ad un piccolo è in ragione inversa del quadrato del loro diametro. È però in un tubo di 2 pollici di diametro che comunicherebbe con un tubo di 6 linee di diametro, il rapporto delle velocità sarebbe come di 1 : 16. Ma se il tubo di distribuzione, invece di comunicare ad un tubo di condotto di due pollici, comunicasse ad un tubo di 4 pollici di diametro, la proporzione sarebbe come 1 : 32.

Il signor Mariotte, che institui parecchie sperienze sui getti d'acqua, trovò che in un serbatoio alto 52 piedi, bisogna, perchè il getto s'innalzi più che sia possibile, che il diametro del tubo di condotto sia di 3 pollici, e quello di distribuzione di 6 linee, e che la dispensa di questo getto, sia di 8 pollici d'acqua o 112 pinte al minuto, corrispondente a 5376 pollici cubici: e per un secondo 89 pollici e $\frac{4}{10}$.

La velocità acquistata da un grave in una caduta di 52 piedi, sarebbe di piedi 56 e $\frac{44}{100}$ o 673 pollici $\frac{14}{100}$, dei quali prendendo $\frac{5}{8}$, come indica Bossut, si avrebbe per la velocità ridotta 421 pollici al secondo, i quali moltiplicati per la superficie dell'orificio, che è di $\frac{1}{8}$ di pollice, darebbero per la dispensa 82 pollici $\frac{40}{100}$, invece di 89 $\frac{4}{10}$ dati dall'esperienza e quindi pel getto una velocità di 456 al secondo, e per quello del tubo di condotto 12 $\frac{3}{4}$ soltanto.

Il signor Mariotte non dice a quale altezza si innalzasse il getto, ma dalla regola ch'ei dà può supporre che s'innalzasse a 44 piedi o 528 pollici: e siccome la velocità acquistata da un grave cadente da quest'altezza sarebbe di 618 pollici, invece di 456, vedesi che la diminuzione di velocità risultante dall'attrito sarebbe un po' più di $\frac{1}{4}$, com'è probabile.

Da una tavola calcolata da Bossut sul risultamento delle esperienze instituite da Mariotte sui getti d'acqua, si ha che sotto una pressione di 61 pollici, un getto alimentato da un tubo di 21 linee di diametro con un altro di distribuzione di 6 linee di diametro, sale a 60 pollici d'altezza, e distribuisce 32 pinte in un minuto, o 1536 pollici cubici, il che forma 25 pollici $\frac{4}{10}$ il secondo.

Prendendo per velocità il doppio della radice quadrata dell'altezza, l'acqua che esce da un tubo di 21 linee di diametro, sotto una pressione di 61 pollici, avrebbe, stando alla adottata teorica, una velocità di 210 pollici $\frac{3}{10}$ per secondo, e non prendendo che $\frac{12}{16}$ di questa velocità, come indica Bossut, sarebbe di 170,75, e finalmente non prendendo che $\frac{3}{4}$ dell'altezza, come io propongo, questa velocità sarebbe, non avuto riguardo all'attrito, di 182 pollici, e non avendovi riguardo, di 154 pollici. Siccome questa velocità cresce in ragione inversa del quadrato degli orificii dei due tubi che sono 441 e 36, ne risulta che la velocità dell'acqua che esce dal tubo di distribuzione sarebbe 12 volte e un quarto maggiore di quella del tubo di condotta. Ma siccome la velocità dell'acqua che dal tubo arriva a quello di distribuzione è in ragione della radice quadrata della lunghezza del tubo dopo il serbatoio, divisa per la velocità iniziale dell'acqua all'uscita del

serbatoio ne risulta che la dispensa d'un tubo di distribuzione è tanto minore quanto la lunghezza del tubo è più grande.

Abbiamo veduto che per ottenere la velocità dell'acqua che esce da un orificio, conoscitane la dispensa, bisogna divider questa dispensa conosciuta per la superficie dell'orificio.

Nell'esperienza citata nella quale un tubo di distribuzione di 6 linee di diametro produsse in un minuto 32 pinte o 1536 pollici cubici d'acqua e 25 pollici $\frac{6}{10}$ per secondo, la superficie essendo di $\frac{36}{10}$ di pollice, darebbe per la velocità dell'acqua all'uscita del tubo di distribuzione 130 pollici $\frac{1}{2}$ per secondo. Questa velocità, dovendo essere 12 volte e $\frac{1}{2}$ più grande della velocità finale del tubo, darebbe per tale velocità 10 pollici e $\frac{1}{4}$, invece di 182 pollici che dovrebbe avere all'uscire del serbatoio; dal che s'avrebbe per la lunghezza dei tubi 828 tese, 4968 piedi, o 59616 pollici, che, divisi per la velocità iniziale 182 pollici, danno 327, la cui radice quadrata è un po' maggiore di 18 pollici.

E però si avrebbe $327 : 18 :: 182 : 10$ per la velocità finale di questo tubo che determina la velocità del getto d'acqua e la sua dispensa.

Bossut calcolò la dispensa dei getti da quella degli orificii dello stesso diametro dei tubi di distribuzione, praticati nel serbatoio sotto una stessa pressione; ma vuolsi ritenere che se, invece di un tubo di distribuzione, se ne adattasse a quello di condotta uno verticale dello stesso diametro di quello di distribuzione, l'acqua salirebbe sino all'altezza di quella del serbatoio, e la colonna d'acqua contenuta farebbe equilibrio allo sforzo dei fluidi che tende ad uscire dall'orificio del tubo di condotta, quale pur siasi il suo diametro. Or questa forza espressa dalla velocità è tanto minore quanto il tubo di condotto è più lungo, e la velocità colla quale l'acqua salirà nel tubetto sarà in ragione inversa dei quadrati dei diametri di questi tubi. D'onde risulta che questa velocità sarà di tanto maggiore quanto il tubo di condotta sarà meno lungo, sempre che non se ne aumenti il diametro in ragione di sua lunghezza per conservargli una medesima velocità.

E però la regola di calcolare la velocità dell'acqua che esce da un serbatoio da un orificio praticato in una delle sue pareti non è applicabile ai tubi la cui posizione può essere a maggiore o minore distanza dal medesimo serbatoio.

Bisogna di più considerare che l'acqua la quale esce da un tubo

di distribuzione, non essendo lateralmente sostenuta come quella che risale in tubo verticale dello stesso diametro, non può montare tanto alto, e che l'acqua che ricade sul medesimo getto, ne diminuisce ancora la forza. D'onde deriva che, acciò possa un getto risalire tanto alto quanto il serbatoio, deve avere una forza ed una velocità molto più grande di quelle necessarie ad un volume d'acqua per risalire in un tubo dello stesso diametro di quello di distribuzione.

Fu riconosciuto in teorica, e l'esperienza confermò, che la velocità dell'acqua di due tubi comunicantisi sono in ragione inversa dei quadrati dei loro orifici al punto di comunicazione. E però la velocità iniziale dell'acqua, che uscirebbe da un tubo di condotta di 21 linee di diametro alla sua origine, sotto una pressione di 61 pollici, sarebbe, stando alla adotta teorica, di 210 pollici $\frac{4}{10}$, di cui prendendo i $\frac{19}{10}$, come indica Bossut, si avrebbe 170 pollici e $\frac{2}{5}$. Ma siccome questa quantità non potrebbe uscire che da un orificio forato in una parete sottile, Bossut riduce tale velocità ai $\frac{4}{5}$, il che darebbe per velocità all'uscita del tubo di diramazione 131 pollici e $\frac{88}{100}$. La quale velocità, non essendo diminuita dall'attrito, come nei tubi di condotto, la dispensa per un orificio di 6 linee di diametro forato nel serbatoio sarebbe per un minuto secondo di tempo di 25 pollici e $\frac{29}{100}$.

Stando a questi dati, l'acqua che esce da un serbatoio per un orificio di 6 linee, risalirebbe in un tubo verticale dello stesso diametro, che non ne disterebbe 11 piedi, in meno d'un secondo; ma a 132 piedi di distanza la velocità, stando sempre alla regola basata sui risultamenti della esperienza, troverebbesi ridotta a 38 pollici e $\frac{4}{10}$, cioè sarebbe necessario più d'un minuto secondo e mezzo, perchè l'acqua risalisse all'altezza della superficie di quella del serbatoio.

Per 132 tese la velocità sarebbe ridotta a 15 pollici e $\frac{34}{100}$, il che dà 4 secondi pel tempo che l'acqua impiegherebbe a rimontare. In tale applicazione il tubo di condotto è supposto dello stesso diametro di quello di distribuzione, mentre ha sempre un diametro molto più grande.

A detta di Mariotte, per un getto di 100 piedi l'altezza del serbatoio, dev'essere di 133 piedi: ora il gran getto di Saint-Cloud, salendo a 125 piedi, bisognerebbe, stando alla regola data, che il serbatoio fosse all'altezza di 177 piedi. E quella, press'a poco, trovata colle livellazioni che danno una pendenza media di 4 pollici e 7 linee per tesa corrente. Una colonna d'acqua di 15 linee di diametro su

piedi 125 di altezza non peserebbe che libbre 74 e $\frac{3}{4}$. Lo sforzo dell'acqua all'uscire del tubo di divisione, sendo stato trovato di 176 libbre, ne risulta che tale sforzo è 2 volte e $\frac{1}{2}$ circa, maggiore del peso della colonna.

Se prendesi per altezza della colonna d'acqua quella del serbatoio, che è di 177 piedi, il suo peso, per 15 linee di diametro, sarebbe di 104 libbre e $\frac{11}{100}$, mentre quello del getto è di sole 74.

I tubi che somministrano questo gran getto avendo 8 pollici di diametro, la colonna di 177 piedi d'altezza peserebbe 4054, e il peso della colonna della medesima altezza, su 15 linee di diametro, sendo di 74 libbre, ne risulta che lo sforzo della grande su la piccola è 54 volte maggiore del peso di quest'ultima.

La dispensa di questo getto è, a quanto pretendesi, di 4800 piedi cubici l'ora, il che forma 800 piedi il minuto, e 13 piedi e $\frac{1}{3}$ al secondo.

Seguendo l'adottata teorica, la velocità dell'acqua, che esce dall'orificio sarebbe di 999 pollici e $\frac{11}{100}$ il secondo, e bisognerebbero 5 secondi e mezzo perchè l'acqua del getto arrivasse alla sua altezza, quando è in opera.

Non prendendo che i due terzi dell'altezza del serbatoio per trovare la velocità primitiva, la velocità del getto all'uscita dell'orificio sarebbe di 866 pollici. Finalmente non prendendo, per trovare questa velocità che l'altezza del getto che è di 125 piedi, la velocità all'uscire del tubo di divisione sarebbe di 814 e mezzo. Il peso di 166, facendo equilibrio alla forza del getto, non darebbe che 519 pollici di velocità iniziale, cioè i $\frac{5}{8}$ di 814.

Dal che può credersi che la calcolazione di 400 piedi cubici l'ora che darebbe una velocità di più di 11000 pollici è una cifra esagerata.

Risulta da quanto abbiamo detto, che, adottando la regola di Mariotte, per determinare le altezze dei getti, la loro dispensa può essere calcolata ai $\frac{5}{8}$ di quanto darebbe il getto d'acqua preso come altezza di caduta.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I.

Corso degli acquidotti, strade e confini militari, di cui parla Frontino nella sua Opera, e che sono tracciati sulla carta nei dintorni di Roma.

TAVOLA II.

Indica l'arrivo dell'acqua Appia a Roma, e le ramificazioni corrispondenti nelle città. Vi si trova pure indicata la foce dell'acqua Alsietina vicino alla via Claudia.

TAVOLA III.

In questa tavola la figura 1.^a rappresenta due archi di pietra di taglio dell'acquidotto dell'acqua Claudia, le cui dimensioni sono indicate nella tavola seguente:

	DIMENSIONI		
	in		
	piedi romani.	piedi di Parigi.	metri.
Larghezza tra le pile, di	20,0	18,33	5,94
Quella delle pile, di	15,0	13,75	4,43
Grossezza delle pile, di	11,0	10,08	3,27
Loro altezza, di	52,0	47,66	15,45
Diametro degli archi, di	21,0	19,25	6,24
Altezza intera dell'acquidotto, di	64,0	58,66	19,02
Canale dell'acquidotto alla	altezza	6,0	5,50
	larghezza	4,4	4,03

Le larghezze però degli archi non sono tutte eguali: i più stretti non hanno che 18 piedi romani, e i più larghi piedi $27\frac{1}{2}$; la loro larghezza sembra variare in ragione della altezza.

Gli archi di mattoni, rappresentati dalla fig. 2, sono quelli costrutti da Nerone, per condurre la stessa acqua vicino al tempio di Claudio, ora Rotonda di S. Stefano.

	DIMENSIONI		
	in		
	piedi romani.	piedi di Parigi.	metri.
Larghezza tra le pile	27,00	24,75	8,02
Larghezza del canale di	2,9	2,66	0,86
Altezza sino all' origine della volta	3,8	5,32	1,72
Centina delle volte	1,8	1,65	0,53
Groschezza delle pile	7,8	7,15	2,32

TAVOLA IV.

In questa tavola, le figure 1 e 2, rappresentano degli archi che Fabretti crede avanzi dell'acquidotto dell'acqua da lui chiamata Alessandrina, perchè suppone fosse condotta a Roma dall'imperatore Alessandro Severo.

La figura 1 rappresenta gli archi che trovansi nella valle di Pantano. Il canale vien rappresentato nel profilo di questa parte d'acquidotto: la sua larghezza è di 2 piedi e $\frac{1}{2}$, come la groschezza dei muri da ogni lato.

A diverse distanze furono praticate al di sopra, aperture quadrate di 2 piedi romani. Al di sopra della centina degli archi scorre uno sporto di mattoni.

La fig. 2 rappresenta due file d'archi con rivestimenti di murazione, sostenute da pile quadrate, ogni faccia del quale è di 9 piedi romani: l'intervallo tra queste pile formante l'apertura degli archi è

di 12 piedi romani. Le centine di questi archi sono formate da grandi mattoni alti circa 2 piedi.

In questa parte il canale ha 2 piedi e $\frac{1}{2}$ di larghezza e la sua altezza sino all'origine della volta è di 4 piedi e $\frac{1}{2}$. La centina della volta è di un piede e $\frac{1}{2}$, e la grossezza dei muri da ogni lato, di 2 piedi e $\frac{1}{4}$, il che dà per la grossezza dell'acquidotto 5 piedi.

La figura 3 e il suo profilo rappresentano un arco dell'acqua Marcia nel luogo detto *Sette bassi*, verso il quinto termine della via Latina.

Il canale è largo 2 piedi e $\frac{1}{2}$ romani: la sua altezza è di 5 piedi e $\frac{1}{2}$. La grossezza dei muri da ogni lato è di 1 piede e $\frac{1}{4}$. La faccia esterna di questi muri, segnata B, è in pietra collatina rossa: la parte C tra gli archi è di pietra gialla di Tivoli, detta *sperone*: il resto dell'opera è di *gabino*, di color più carico.

TAVOLA V.

In questa tavola le fig. 1 e 2 rappresentano la pianta e lo spaccato d'un antico serbatoio unito a una cisterna che trovasi fuor di Roma, vicino alla via Appia, la cui costruzione di pietra è rivestita all'esterno di pietrame di tufo, difesa da un cemento durissimo, con arrotondamento agli angoli.

La volta, in parte distrutta, è ad arco di botte con due lunette su di ogni faccia. La sua pianta ABCD poco differisce da un quadrato: la sua lunghezza in opera, presa nel mezzo delle faccie, è di 29 piedi 1° 6 l. di Parigi, su 28 piedi 8° 6 l. L'acqua vi giugneva dai due angoli B e D per mezzo di tubi di cui più non restano che i fori per passare in una cisterna EFGH, chiusa, nella quale non abbiamo potuto penetrare. Bisogna notare che per accrescere la resistenza dei muri contro la spinta dell'acqua si stabilirono ai tre lati contrafforti tali la cui lunghezza fosse proporzionata all'altezza di questi muri e che sono rilegati per mezzo d'archi di circoli che aumentano la resistenza dei muri in questo intervallo.

Le fig. 3 e 4 rappresentano la pianta e lo spaccato d'un altro serbatoio di 16 piedi 1° 9 l. di Parigi di lunghezza, su 12 piedi 2° di larghezza, terminato da una volta a botte sostenuta da tre lati dai muri con entro delle nicchie e dal quarto lato da due pilastri, ciascuno di 5 piedi 8° di facciata e 2 piedi di sporto. D'altra parte era costruito come quello rappresentato dalla figura precedente, cioè con

rivestimenti di piccolo pietrame all'esterno, muratura e arricciamiento di cemento all'intorno. Fu praticato al centro di una delle nicchie un'apertura semicircolare che pareva piuttosto fatta per dar aria all'interno che per l'uscita dell'acqua che entrava da un tubo di piombo, del quale resta il foro per cui passava.

Siccome l'oggetto di questi serbatoi era di purificar l'acqua, penso che il tubo AB, dal quale l'acqua entrava, si scaricasse al fondo del serbatoio, e che quello C, dal quale usciva, fosse un po' al di sotto della superficie: sicchè il fango poteva deporsi al fondo, e l'acqua che ne usciva esser chiara.

La figura 5 rappresenta una delle piscine epuratorie, di cui parlano Frontino all'articolo XIX, e Fabretti: trovansi verso il settimo migliario di Roma.

Questa cisterna fu costrutta in pietra durissima ed in muratura reticolata: trovansi a sinistra della via che conduce a Marino vicino al luogo detto *Mezza via*.

La fig. 6 indica la pianta d'un' antica cisterna a due piani che sembrava essere una piscina epuratoria, citata da Frontino, art. XXVIII, collocata al settimo migliario della via Latina.

AA, indica l'acquidotto dell'acqua Marcia, che serviva pure per l'acqua Tepula e Giulia.

B, è un gran vase quadrato che serviva a trasmettere nel piano del basso della cisterna l'acqua che giungeva dall'acquidotto, d'onde si innalzava dal suo livello, nel piano superiore, passando per l'apertura quadrata segnata G, praticata nella volta della cisterna inferiore.

La disposizione triangolare CDEF dei muri di tale cisterna fu probabilmente determinata dalla elevazione delle parti circostanti, la quale non permetteva di collocare altrove il pozzo di comunicazione segnato B.

La fig. 7, rappresenta la pianta d'una piscina epuratoria, citata da Fabretti, posta verso il quarto migliario della via Latina, vicino agli archi dell'acquidotto delle acque Marcia e Claudia; è una delle meglio conservate fra quante ne ho potute visitare.

CDEFG, è la pianta della cisterna inferiore divisa in tre parti.

H, parte di mezzo chiusa da ogni parte, nella quale giungeva l'acqua dal pozzo B.

7, foro circolare nella volta dalla quale l'acqua introducevasi nella cisterna superiore.

I, parte che sembrava essere stata separata del gran bacino superiore, perchè si nota un'apertura nel muro DE.

K, altra parte separata per ricevere una porzione d'acqua condotta nel villaggio vicino da tubi di grès del diametro di 8 once, e coll'imboccatura, corrispondente al punto L, all'altezza d'un'apertura o d'un emissario collocato sull'alto della faccia meridionale segnato DE.

1, 2; 3, 4; 5, 6, indicano tre muri che dividono la cisterna superiore in quattro parti. 6, 6, 6, 6 sono aperture, la cui soglia è ad una medesima altezza al di sopra del pavimento, dalle quali l'acqua che s'innalza dalla cisterna inferiore dall'orificio segnato 7, si distribuiva nelle divisioni della cisterna superiore. L'orificio circolare segnato 7, ha 3 piedi e $\frac{1}{2}$ di diametro.

AA, fig. 8, indica l'acquidotto delle acque Marcia, Giulia e Tepula. La larghezza degli archi è di 16 piedi romani: quella delle pile di 9 piedi, e la loro grossezza di 5.

B, è una specie di pozzo di 10 piedi in quadrato, che riceve le acque dell'acquidotto per recarle, col mezzo d'un condotto sotterraneo, nella piscina.

Nella figura 9, che rappresenta uno spaccato sulla lunghezza di questa cisterna a due piani, vedesi che la parte inferiore è divisa in tre parti voltate A, B, C, i cui muri sono in muratura reticolata, rilegata da grandi mattoni.

D, apertura praticata nell'alto del muro di facciata della divisione C, dal lato del palo.

E, altra dalla stessa parte nel muro di facciata della divisione A.

F, apertura in una delle divisioni della cisterna superiore, dalla parte dell'acquidotto, dalla quale l'acqua purificata passava per rientrar nell'acquidotto. La soglia di quest'apertura è alta 6 piedi al di sopra del pavimento.

G, altra apertura la cui soglia è più bassa d'un mezzo piede romano, ed allo stesso livello di quella segnata 6 nella pianta, fig. 7.

H, orificio di circa due piedi, rivestito di muratura, tal quale l'acqua saliva dalla parte inferiore della cisterna, segnata B, alla parte superiore.

IK, linea indicante il livello al quale s'innalzava l'acqua nella cisterna superiore, provata da una leggiera incrostazione.

TAVOLA VI.

Frontino all'articolo XIV, dice: Siccome la Marcia pareva bastasse, a sè stessa si deviò l'acqua Augusta nell'acquidotto Claudia: pure il ser-

batoio dell'Augusta era disposto in modo che poteva somministrare acqua alla Marcia, quando ne avea bisogno, come ne somministrava alla Claudia quando la Marcia poteva farne senza.

La fig. 1 rappresenta la disposizione che potevano avere questi canali.

A B, condotto dell'acqua Marcia, in cui scorreva.

EF, spaccato della parte posteriore del canale dell'Augusta, più alto di quello della Marcia.

CD, apertura dalla quale l'acqua Augusta entrava nel canale della Marcia.

G P, muro che arriva alla stessa altezza della parte superiore del canale della Marcia, sicchè quando l'acqua Augusta non saliva sino in G, non potea scorrere che nel condotto della Marcia.

GO, apertura che introduceva l'acqua del canale dell'Augusta in quello della Claudia, indicata da RS, in modo che l'acqua non potea scorrervi prima d'aver superato il muro G P.

D'onde risulta che ogni qualvolta il condotto della Marcia non era pieno, quello dell'Augusta poteva aumentarlo versando la sua acqua dall'apertura CD. Ma quando questo condotto era pieno, non poteva più ricevere l'Augusta; allora l'acqua soprabbondante, venendo a superare il muro G P, colava nel condotto della Claudia per l'apertura GO.

La fig. 2 indica uno dei serbatoi in cui l'acqua si purificava nel suo corso.

A, canale superiore dal quale l'acqua usciva per l'apertura B per entrare nel serbatoio inferiore C.

D, apertura dalla quale l'acqua, dopo aver deposto il suo fango, continuava il suo corso a Roma, secondo la direzione DE.

La figura 3 è tratta dalla traduzione di Vitruvio di Perrault, lib. VIII, cap. 7, che la dà per ispiegare un passaggio in cui si tratta della distribuzione delle acque che giungono dagli acquidotti.

In questa figura il serbatoio ABC riceve dall'apertura P l'acqua che viene dall'acquidotto e la distribuisce per mezzo dei tubi ABC nei serbatoi DE, HI ed FG.

Crede Perrault che il tubo K conducesse le acque ai bagni, ed il tubo L la conducesse ai corpi d'acqua ed alle fontane, e l'M alle case particolari. A detta sua quando le acque giungevano con maggior abbondanza del solito nel serbatoio ABC, ed alzavansi quindi nei DE, FG, questi serbatoi la rigettavano in quello di mezzo, per via di tubi EF più alti dei K ed M.

La fig. 4 rappresenta una piscina epuratoria formante due piani, che Fabretti pensa aver servito per l'acqua Vergine; pure Frontino dice, all'articolo XXII, che nè l'acqua Vergine, nè l'Appia, nè l'Al-sietina non avevano piscine epuratorie.

AA, indica nell'acquidotto il canale che conduce l'acqua nella parte B del piano superiore.

C, apertura dalla quale l'acqua discendeva dalla parte D della cisterna inferiore.

E, porta dalla quale l'acqua è trasmessa nella parte D in quella segnata F.

G, apertura dalla quale l'acqua risaliva nella parte superiore segnata H, per essere recata nella parte dell'acquidotto, segnata II, dopo aver deposto il suo fango.

K, porta per nettare il fango deposto sul suolo di questa cisterna inferiore.

Figure 5 e 6. Frontino all'articolo XXXVI del suo commentario, dice, parlando della situazione del calice che serviva alla distribuzione delle acque, che la sua posizione può molto influire sul suo prodotto: 1.º essendo collocato perpendicolarmente alla faccia del serbatoio e di livello, dà quel che deve: 2.º se la sua direzione è opposta al corso dell'acqua, ed è inclinata all'infuori, ne dà troppo: 3.º sendo applicato alle faccie laterali, girato a norma della corrente, è inclinato al di dentro, riceverà minor acqua, scorrerà lentamente e ne darà poco.

Sia, fig. 5, la pianta d'un serbatoio $abcd$, collocato in coda ad un canale; è evidente che i tubi 1, 2 e 3, collocati in un piano orizzontale e perpendicolarmente alle facce ac , ab e cd , daranno quanto devono relativamente alla loro posizione: e che gli altri, quantunque in uno stesso piano, ma inclinato alla direzione dell'acqua, darebbero più o meno: e però i tubi 4, 5, 7 e 9, darebbero meno dei tubi 1, 2, 3, perchè sono meno opposti alla corrente dell'acqua; e i tubi 6 e 8 ne daranno di più, perchè più opposti alla corrente dei tubi 2 e 3.

Relativamente ai moduli o calici collocati in uno stesso piano verticale, fig. 6, è evidente che il tubo ab sendo collocato di livello, il centro degli orificii interni ed esterni, sendo ad una stessa distanza bf dalla superficie dell'acqua del serbatoio, la velocità dell'acqua uscendo dall'orificio a sarà per tubi di misura che non hanno molta lunghezza, sensibilmente eguale alla velocità dell'acqua che entra dall'orificio b ,

dovuta all'altezza bf . E però può dirsi che il tubo dà quanto deve. Quanto al tubo bd inclinato all'infuori, l'orificio esterno d sendo più basso dell'orificio b , dal quale entra l'acqua, la sua velocità sarà aumentata in ragione della maggior pressione bc : e però darà più del tubo ab . Pel tubo cb inclinato all'esterno, l'acqua perde risalendo una parte di sua velocità dovuta alla pressione bg , sicchè la velocità dell'acqua è solo dovuta all'altezza fg : per la qual cosa l'acqua deve scorrervi lentamente, e dar poco, come dice Frontino.

La fig. 7, indica il modo con cui possono essere disposti i tubi applicati ai serbatoi di distribuzione, per condurre le acque al loro destino.

Fig. 8, forme dei diversi tubi di piombo, trovati negli scavi, estratti dalla *Roma vetus*, d'Alessandro Donat.

La fig. 9, indica la pianta ABCD d'una parte dei portici detti *Septi Julii*, sotto i quali il popolo romano raccoglievasi pei comizii. Questo edificio così nominato, perchè nella sua larghezza conteneva sette ordini di portici, era stato cominciato da Giulio Cesare, continuato da Lepido e terminato da Agrippa. Tutti i pilastri sono in pietra di taglio detta *travertino*. Questa pianta e gli spaccati, fig. 10 e 11, sono tolti dalla tavola XLVII del quarto volume delle Antichità romane di Piranesi e dagli avanzi che trovansi nei sotterranei del palazzo Panfilo al corso.

Visitando questi avanzi trovai che nè i pilastri, nè i loro intervalli sono di uniforme misura: ma che il risultato medio pei pilastri poteva essere calcolato a 5 piedi e $\frac{1}{2}$ romani, e gli intervalli a 20 piedi. I muri esterni e i pilastri, han pure 5 piedi e $\frac{1}{2}$, sicchè la larghezza interna di questo monumento, presa dai nudi esterni dei muri di facciata, dovea essere di circa 200 piedi romani, o 183 piedi di Parigi. La sua lunghezza, a detta di Piranesi, poteva essere di quasi sette volte la sua larghezza, il che formerebbe 1400 piedi romani, o 1288 piedi di Parigi.

La fig. 10 è uno spaccato sulla larghezza.

La fig. 11 è uno spaccato d'altri ruderi che trovansi vicino a Santa Maria in *Via-lata*.

TAVOLA VII.

In questa tavola, le figure 1, 2 e 3 son fatte per indicare il modo attuale di distribuire le acque a Parigi per mezzo d'un modulo o tubo di misura dello stesso diametro: e le 4, 5 e 6 ad in-

dicare il modo di distribuire le acque a Roma, servendosi dei moduli dei diversi diametri.

La fig. 1 mostra la disposizione dei tubi di misura, chiamati a Parigi pollici d'acqua, tutti dello stesso diametro e disposti sur una stessa linea di livello.

Nella pianta figura 2, fu indicata la distribuzione delle vasche nelle quali l'acqua è versata, in ragione della quantità dei pollici d'acqua da distribuirsi.

Il profilo fig. 3 indica il modo con cui l'acqua arriva nel recipiente di distribuzione, che trovasi separato in due parti da un chiuso longitudinale AB che non tocca il fondo, sicchè l'acqua che arriva nella prima parte, agitata dalla sua caduta, risale nella seconda passando per l'apertura B, e mantiensì tranquilla alla superficie: ogni tubo di misura per tal modo somministra una stessa quantità d'acqua.

Nella figura 4, i tubi di misura sono pure disposti sur una stessa linea di livello che passa pel loro centro: ma hanno diversi diametri, sicchè, supponendo le superficie di quegli orificii siccome espressioni delle quantità d'acqua da distribuirsi, l'esperienza ha fatto conoscere che il tubo n. 4 darebbe un decimo di più dei quattro tubi somiglianti al n. 1, perchè l'attrito che ritarda la velocità è in ragione dei perimetri. E però il tubo ventenario, il cui prodotto è calcolato a 16 quinari, dovea dare un quarto di più dei 16 tubi quinari, e il centenario, il cui diametro era di 10 diti $\frac{25}{100}$, del quale il prodotto dovea essere di 81 quinari, avrebbe prodotto 7 quinari di più che un ugual numero di tubi quinari, supponendo questi moduli disposti, come indicano le figure 4, 5 e 6.

La fig. 7, esprime la pianta d'un emissario posto vicino alle vestigia dei trofei di Mario, e che Fabretti crede essere dell'acqua Marcia. Pure dalle livellazioni fatte da Piranesi risulta che non poteva esser altro che l'acqua Giulia, essendo l'acqua Marcia bassa di soverchio per giungere a questo punto. Che che ne sia A indica il canale pel quale l'acqua arrivava; B è un massiccio di muratura che serve a dividere in due parti la massa d'acqua: CEG canali dai quali le acque arrivando in D dividevansi per andare al loro destino.

Frontino, all'articolo XVIII del suo Commentario, dice: che le acque degli acquidotti arrivavano a Roma a cinque diverse altezze, d'onde si distribuivano in tutti i quartieri della città. 1.º La più alta era il *Nuovo Anio*; 2.º la Claudia; 3.º la Giulia; 4.º la Tepula; 5.º la Marcia, comechè alla sua origine fosse alta quanto la Claudia; 6.º l'Anio Vecchio; 7.º l'acqua Vergine; 8.º l'acqua Appia; 9.º l'Alsiatina.

Dalle livellazioni instituite da Piranesi e da parecchi altri risulta che il fondo del canale dell'Anio nuovo alla Porta maggiore, è più alto di 213 palmi sul suolo della costa lungo il Tevere, vicino all'imboccatura della Cloaca Massima.

		ALTEZZE IN		
		palmi romani	piedi di Parigi	metri.
Fig. 8	Anio nuovo di	213,125	146,52	47,52
	Il fondo del canale dell'acqua Claudia è, al di sopra dello stesso punto, di	212,708	146,23	47,42
Fig. 9	Fondo del canale della Giulia	178,125	122,46	39,71
	 Marcia	168,125	115,58	37,48
Fig. 10	 Tepula	171,465	117,88	38,23
	Fondo del canale dell'Anio vecchio . . .	112,917	77,63	25,17
Fig. 11	 dell'acqua Vergine	46,792	32,17	10,43
Fig. 12	 dell'Appia	37,542	25,81	8,37
Con queste livellazioni si trovò che la sommità del monte Esquilino era alta al di sopra dello stesso livello, di		197,708	135,92	41,08
Del monte Palatino, di		176,00	121,00	39,24
Del monte Capitolino, di		145,00	99,68	32,31

Scharbruck, che si studiò conoscere l'altezza delle colline di Roma sul livello del mare con operazioni barometriche, trovò coll' altezza del monte Esquilino 37 tese o 222 piedi parigini. Ma siccome, a detta del medesimo, la costa del Tevere è più alta di 86 piedi del livello del mare, ne deriva che questa altezza riducesi ai 136 piedi dati dalla livellazione.

Scharbruck trova l'altezza del monte Palatino di 33 tese, 5 piedi o 203 piedi, da cui togliendo 86 piedi rimangono 117 piedi invece di 121 dati dalla livellazione.

L'operazione barometrica dà 31 tese $\frac{1}{2}$ o 189 piedi per altezza del monte Capitolino, che riduconsi a 103 piedi, invece di 99 e $\frac{2}{3}$, trovati colla livellazione sopra il livello del mare.

Abbiamo nella tavola seguente riuniti i risultati delle operazioni barometriche del signor Scharbruck, per misurare le altezze delle colline di Roma.

	ALTEZZE desunte dalle operazioni barometriche di Scharbruck						ALTEZZE desunte dalle livellazioni di Piranesi al di sopra del suolo della costa del Tevere.		
	Sul livello del mare.			Ridotta sul suolo della costa del Tevere.			piedi	metri	palmi
	metri	palmi		metri	piedi	palmi.			
Del monte Aventino . . .	50,55	226,91		22,70	70	101,82			
Del monte Capitolino . . .	61,29	274,91		34,40	103	145,82	998	32,32	144,97
Del monte Celio . . .	62,27	279,27		34,37	106	154,18			
Del monte Palatino . . .	65,83	295,27		37,94	117	170,18	121	39,24	176,00
Del monte Esquilino . . .	72,00	322,91		44,10	136	197,82	136	44,00	197,82
Del monte Mario . . .	145,94	654,54		118,05	364	520,45			
Tempio della Sibilla a Tivoli	208,21	933,82							
Vetta di Castel Gandolfo. .	199,46	894,54							

*Del pendio dei canali degli acquidotti romani,
e della loro altezza al di sopra del ponte del loro arrivo.*

I Romani han dato ai canali dei loro acquidotti molta maggiore inclinazione di noi.

Vitruvio fissa questo pendio ad un mezzo piede su 100: il che torna a $\frac{1}{200}$, o 4 linee e un terzo per tesa.

Scamozzi riduce questo pendio a $\frac{1}{100}$ o 1 linea e $\frac{3}{4}$ per tesa.

Da parecchie operazioni instituite sui canali degli antichi aquidotti di Roma, ho trovato che la media inclinazione da Roma sino alle piscine epuratorie poste verso il settimo migliario, era di una linea e un terzo per tesa, o una linea pel passo romano, e che di là alla loro sorgente, la media inclinazione era di circa 2 linee la tesa o una linea e mezza per ogni passo romano: quindi pel nuovo Anio la sua inclinazione, dal suo punto d'arrivo alla porta Maggiore sino al settimo migliario, ove era la sua piscina epuratoria, sarebbe di 4 piedi 10° 4 linee e di là sino alla sorgente, lontana 51700 passi romani, di 538 piedi 6° 6 linee, ed in tutto di 543 piedi. Il fondo del canale di questo acquidotto alla porta Maggiore, sendo di 232 piedi 6° 3 l. al di sopra del livello del mare, ne risulta che la sua presa d'acqua sarebbe a 768 piedi 11° 1 l. cioè a 124 piedi più alto del tempio della Sibilla a Tivoli, che Scharbruk trovò di 642 piedi al di sopra del livello del mare, per via di operazioni barometriche.

L'acqua Giulia è condotta a Roma da un acquidotto di 15426 passi romani, che è lo stesso di quello della Tepula, ma in un canale separato al di sopra di quello della Tepula, perchè il punto della sua presa d'acqua è più alto. Il fondo del canale della Giulia alla porta San Lorenzo è alto, stando agli stessi calcoli, di 191 piedi al di sopra del livello del mare. E il fondo del canale della Tepula è più basso di 4 piedi 10; sicchè la sua altezza al di sopra del livello del mare, riducesi a 186 piedi 11°.

L'acquidotto della Marcia, sino al suo arrivo a Roma, 61710 passi romani di lunghezza, 7000 dei quali sino alla piscina: il che dovrebbe portare la sua presa d'acqua a 775 piedi sul livello del mare, cioè 7 piedi più alto di quello del nuovo Anio. Pure non arriva a Roma che 31 piede più basso del nuovo Anio, il che forma una diminuzione di 38 piedi, a quanto dice Frontino all' articolo XVIII. La Marcia non arriva a Roma che al di sotto della Tepula, quan-

tunque alla sua origine sia tanto alta quanto la Clandia. I primi Romani conducevano le acque ad una minore altezza, o perchè non possedessero a perfezione l'arte di ben livellare, o perchè amassero meglio far senza di condotti, i quali potevano venir guasti dai nemici in tempo di guerra.

La lunghezza dell'acquidotto dell'Anio vecchio, dalla sua presa d'acqua sino al suo arrivo a Roma, era di 43000 passi romani: v'era una piscina epuratoria verso il secondo migliario.

Può la sua inclinazione media calcolarsi ad una linea e un terzo per ogni passo romano; il che dà per altezza della presa d'acqua al di sopra del suo arrivo a Roma, 400 piedi circa a 564 piedi al di sopra del livello del mare.

La lunghezza dell'acquidotto dell'acqua Vergine era, a detta di Frontino, di 14105 passi romani: il che dà, calcolando la inclinazione del canale in ragione di una linea e un terzo la tesa, od una linea per ogni passo romano, 97 piedi 11° 5 l. per l'altezza del punto di partenza su quello d'arrivo.

Quest'ultimo punto, sendo più alto del livello del mare di 118 piedi 1° 10 l., ne risulta che l'altezza della sorgente della vecchia acqua Vergine stava a 216 piedi 1° 3 l. al di sopra dello stesso livello.

La lunghezza dell'acquidotto dell'acqua Appia era, secondo Frontino, di 11190 passi romani, che in ragione di una linea d'inclinazione per ogni passo danno per altezza del punto di partenza al di sopra del punto d'arrivo, 77 piedi 8° 6 l. e 189 piedi 5° al di sopra del livello del mare.

La lunghezza dell'acquidotto dell'acqua Alsietina era, a detta di Frontino, di 22172 passi romani. Calcolando il pendio del suo canale in ragione di una linea e mezza per ogni passo romano, si trovavano 229 piedi 11° 6 l. per l'altezza del punto di partenza al di sopra del punto d'arrivo.

Per la naumachia vicino alla villa Spada, poteva essere di circa 10 piedi più bassa del punto d'arrivo dell'Appia: il che porterebbe l'altezza del punto di partenza a 340 piedi al di sopra del livello del mare.

La fig. 13 è uno spaccato o un profilo tratto delle Antichità romane del Piranesi per indicare la maniera con la quale l'acqua Marcia era introdotta nel canale Erculeo, al luogo indicato nella Tav. II, col N.° 22.

A, condotto dell'acqua Tepula.

B, condotto della Marcia.

- C, doppio rivestimento per rafforzare il condotto.
 D, serbatoio.
 E, ramo d'una parte della Marcia.
 F, apertura dalla quale l'acqua scendeva nel serbatoio inferiore.
 G, altro ramo corrispondente al canale H, dalla quale l'acqua entrava nel canale Erculeo I.
 L, suolo di Roma, moderno.
 M, ruine che ingombrano il serbatoio.
 N, suolo di Roma, antico.

TAVOLA VIII.

In questa tavola le figure 1 e 2, tratte dal Fabretti, rappresentano l'alzato e la pianta della porta San Lorenzo a Roma, che sembra essere l'antica porta Tiburtina.

La fig. 3, tratta dal Piranesi, rappresenta la stessa porta in prospettiva d'un modo più esatto e più conforme al vero.

In questa figura la lettera A indica il canale della Giulia, B quello della Tiepula e C quello della Marcia.

DEF, arricciamento per collocare le iscrizioni, sopprimendone il frontone.

Nella fig. 4, G rappresenta la pianta degli archi che sopportano questo acquidotto sino alla porta San Lorenzo, la cui pianta è marcata I.

H, indica il serbatoio dell'acqua Marcia.

K, nella pianta, fig. 4, e nell'alzato, fig. 3, indica un resto di costruzione dell'acquidotto Giulia.

L, figure 3 e 4, rivestimenti di muratura per fortificar l'acquidotto.

TAVOLA IX.

In questa tavola la fig. 1 rappresenta una veduta degli avanzi d'un acquidotto che trovasi nell'opera di Alberto Cassio, t. I, pag. 155, e che questo autore crede essere dell'Acqua Claudia e del nuovo Anio. Tali avanzi trovansi a Ponte Lupo 20 miglia vicino a Roma.

Si compongono di tre grandi archi costrutti in pietra di taglio, di cui due son finti e quello di mezzo aperto. La sua lunghezza è di 450 palmi e la sua altezza di 146 palmi al di sopra del torrente *Acquarossa*.

La fig. 2, tratta dalla tavola XII delle antichità romane di Piranesi, rappresenta una veduta dell'arco di Claudio praticato nell'acquidotto di questo nome.

A, indica l'arco; B, un rivestimento fatto dinanzi agli archi dell'acquidotto che si riuniscono a questo monumento.

C, nuovo condotto costruito dai moderni, 5 palmi al di sopra dell'antico.

D, condotto antico chiuso nel muro.

La fig. 3 è un frammento del canale dell'Anio vecchio, praticato nelle mura di Roma, costruito in pietra peperina, rivestito all'intorno d'un forte intonaco di cemento. È tratto dalle antichità romane del Piranesi, tomo 1 tavola IX.

La fig. 4 è un monumento dell'acquidotto d'Antonino, sotto il quale passava la via Appia.

In questa figura, A è il canale praticato nel monumento.

B, indica gli archi ai quali si unisce.

C, le altre rovine tratte dalle antichità romane dal Piranesi, tavola XIX t. I.

TAVOLA X.

Oggetto di questa tavola è di far conoscere la posizione, le dimensioni e i prodotti dei venticinque moduli di cui parla Frontino.

Il numero 1 indica le posizioni che potevano avere sur una stessa linea di livello, passando sopra o sotto il perimetro dei loro orificii o pei loro centri. Pare dal testo di Frontino e dal calcolo del loro prodotto che abbiano avuto quest'ultima posizione, il perchè fu disegnata a tratteggi.

Il numero 2 indica la grandezza reale di questi orificii.

Il numero 3 è una tavola che ne indica il diametro, la superficie e la capacità.

Il numero 4 indica le tre posizioni rispetto al cento ventenario.

TAVOLA XI.

La figura A rappresenta la fontana di Trevi; B, quella di Mosè eseguita sui disegni di Carlo Fontana; C, la gran fontana di S. Pietro in Montorio.

TAVOLA XII.

Figura 1. Serbatoio che rappresenta il metodo adoperato da Carlo Fontana, per la misura delle acque che scorrono negli acquidotti: le lettere LH indicano la porta mobile, nelle scanalature, che serve a cambiare a piacimento l'apertura, dalla quale si fanno scorrere le acque; K indica il davanti della cassa nella quale l'apertura è praticata: I, il volume d'acqua corrente.

Nella fig. 2, la lettera Q indica l'armatura nella quale la chiusa I si muove per aumentare o diminuire l'apertura V, che in questa figura è supposta alta 15 once.

La linea R indica l'altezza o la pressione dell'acqua.

Nelle figure 3 e 4 le lettere A, B indicano la parte fissa; D, D la chiusa mobile; F, la pressione d'acqua.

L'apertura C, nella figura 3, è supposta di 15 once di altezza, e la I, fig. 4, di 27.

La larghezza comune delle tre aperture è di 25 once.

Le fig. 5, 6, 7, 8 e 9, sono relative ai lavori eseguiti da casa Orsini, per condurre le acque del lago Bracciano, un tempo Alsietino, nell'acquidotto Alsietina.

Nella figura 5, che rappresenta la pianta d'una parte del lago di Bracciano, dell'Arona e dei condotti dell'Alsietina, la lettera A indica il muro costruito da casa Orsini attraverso l'emissario per innalzar le acque del lago.

B, castello d'acqua, costruito pure da casa Orsini, avente tre aperture, dalle quali l'acqua del lago passa per entrare nel nuovo canale.

C, nuovo canale che riceve le acque, e nel quale scorre sino alla apertura d'onde è trasmessa nell'antico canale.

D, luogo ove è posta l'apertura che regola l'introduzione della nuova acqua nell'antico condotto, e che contiene quest'acqua all'altezza conveniente per darle la necessaria velocità in ragione della quantità concessuta.

EE, condotto vecchio dell'Alsietina, più basso di quello dell'acqua nuova.

F, fig. 9, profilo del nuovo condotto al luogo ove è situato il modulo pel quale l'acqua si scarica nel vecchio canale.

G, fig. 8, profilo del vecchio condotto, al luogo ove riceve la nuova acqua.

H, fig. 5, condotto fatto egualmente per casa Orsini, ad introdurre l'acqua dell'Arona nell'antico condotto, e che fu turato a cagione del danno che producevano le acque che vi scorrevano.

I, muro che attraversa il fiume per fermar l'acqua, e che fu demolito per dar di nuovo corso al fiume.

K, pozzo della Torretta.

L, ponte della Torretta.

La fig. 6 e 7 rappresentano in scala maggiore l'alzato e la pianta dei muri innalzati, attraverso l'emissario dell'Arona segnata A.

Quando si introdusse l'acqua del lago Bracciano nell'antico condotto dell'Alsietina, fra tutte le esperienze instituite, la più notevole è quella che ebbe luogo il 13 ottobre 1693, in occasione del nuovo condotto, dal quale l'acqua del lago intronettevasi nell'antico condotto da un'apertura ABCD (fig. 10), sotto una pressione d'un palmo e $\frac{1}{2}$ indicata dalla lettera R. Quest'apertura ha 75 once di lunghezza su 7 e $\frac{2}{3}$ di altezza, e dà una sezione di 550 once quadrate, e un prodotto di 1100 once, in ragione di 2 once d'acqua corrente per oncia quadrata, come calcola Fontana.

Il prisma d'acqua che esce da quest'apertura, sendo trasmesso nell'antico condotto, giunge a Roma senza diminuzione, e passa senza pressione nel serbatoio di distribuzione per un'apertura IEHG (fig. 11), eguale alla ABCD, che le avea servito di misura all'uscita del lago, di modo che vi si mantenne per la velocità acquistata.

Questo volume d'acqua, sotto una pressione di un palmo e $\frac{1}{2}$, obbligò a restringere l'apertura turando la parte KMNO, fig. 12, che è quasi un terzo, di modo che tutto questo prisma d'acqua passò per l'eccesso dell'apertura INLO di 45 once di lunghezza su 7 $\frac{1}{2}$ di altezza, formante una sezione di 330 once quadrate e un prodotto di 660 once.

TAVOLA XIII.

Corso dell'acquidotto di Nimes.

TAVOLA XIV.

Veduta prospettiva del ponte di Gard, fig. 1.

Profili del ponte di Gard, fig. 2 e 3.

Fig. 2, lettera A. Costruzioni di Petit. La figura 4 rappresenta l'alzato geometrico d'una parte del ponte di Gard, preso a destra del grand'arco, sotto il quale passa il Gardon.

La figura 5 rappresenta la pianta della stessa parte. La lettera A vi indica come sul profilo, fig. 2, il ponte moderno costruito dal signor Pitot pel passaggio del Gardon e per fortificare l'antico monumento.

La fig. 6 presenta sur una scala più piccola la pianta raffigurante l'insieme del monumento e della valle che attraversa. Su la destra il canale dell'acquidotto diventa immediatamente sotterraneo e si sprofonda nella montagna. Sulla sinistra è sostenuto da una serie di archi in prolungamento di quelli del terzo piano. Il profilo, fig. 3, rappresenta, sur una scala maggiore, i dettagli della costruzione del terzo piano e del canale nel quale le acque scorrevano. Vi si vedono i paramenti in pietrame battuto (a), i due filari in pietre da taglio che formano plinto (b), il mezzo della costruzione in muratura di piccolo pietrame e calce (c): il canale (d), il cui fondo è scavato in arco di circolo, e che è in parte ostruito da due depositi o concrezioni pietrose (e); finalmente le grandi lastre di pietra della copertura (f).

TAVOLA XV.

Direzione dell'acquidotto del Monte Pila da *Roche-tailé* sino al di sotto di Saint-Etienne-en-Foray sino a Lione.

La distanza dell'acquidotto del monte Pila della piccola Varizelle, sino all'ultimo serbatoio di casa Angelica, descritta e misurata sulla carta di Cassini, è di 2290 tese, che, in ragione di un piede di pendio per 100 tese, darebbero 229 piedi: al che aggiunti i 45 piedi pei rami verticali delle tre parti d'acquidotto a sifone, si avrebbero 274 piedi di differenza di livello: cosa che darebbe applicandovi il calcolo una velocità iniziale di 90 piedi al secondo e per la velocità finale, 11 pollici e una linea per secondo, non avuto riguardo all'attrito che dovrebbe aver luogo tanto nei canali quanto nei tubi formante sifoni: il che ridurrebbe questa velocità ad 8 pollici, come già abbiamo calcolato.

TAVOLA XVI.

Le cinque figure di queste tavole comprendono i disegni principali del ponte acquidotto di Brignais, a tre leghe di distanza di Lione, e che forma parte del condotto da cui derivarono le acque sulla montagna di Fourvière detto acquidotto del Pila.

La fig. 1 dà il disegno prospettico, la fig. 2 la pianta dell'acquidotto, dove la lettera I indica la vasca.

La fig. 3 dà la pianta della vasca segnata S nel disegno prospettico e nella pianta generale; la fig. 4 ne dà lo spaccato, e la fig. 5, la veduta esterna dell'imboccatura dei nove tubi della vasca.

Sulla stessa tavola è pure disegnato un frammento di tubo trasportato nel Museo di Lione; la lettera A accenna al mastice che serviva di saldatura, la lettera B al sedimento d'acque minerali.

TAVOLA XVII.

Direzione dell'acquidotto di Metz.

Il canale è interamente conservato dal molino di Gorze, verso il ponte A sino all'altra estremità di questo borgo, e passa sotto tutte le case che formano la destra della sua via principale, per una lunghezza di circa 150 tese, in ragione delle sue sinuosità.

All'uscire da Gorze, l'acquidotto prende la sua direzione sulla falda della montagna dalla parte di Santa Caterina, e va a tagliare la strada da Gorze a Metz, al punto B, a 365 tese dal punto A.

Di là per avere un regolare pendio i Romani erano costretti a fare un gran giro, e andarlo a cercare nelle sinuosità della Gola di *Parfond-val*, nella quale trovasi l'acquidotto al punto C distante da B di 488 tese. Dopo aver formato un giro un po' al di sopra di C, ritorna su di sé stesso seguendo l'inclinazione della montagna, a sinistra del ruscello che arriva da *Parfond-val*. La volta sussiste ancora in alcuni luoghi e compare anche un po' fuori terra. Trovasi in questa parte una fontana, della quale è a credersi che le acque aumentassero quelle condotte da Gorze, come alcune altre sorgenti di questa valle.

Dal punto C l'acquidotto ritorna in D, per una lunghezza di 330 tese.

Al punto D taglia di nuovo la strada da Gorze a Metz e dirige il suo corso verso il castello di Santa Caterina.

Lo si trova in E a 53 tese di distanza: d'onde passa in F, lontano 770 tese, poi in G, a 470 tese distante. Gira in H, che è distante 436 tese, e dove taglia la strada da Norviant a Gorze.

Dal punto H si dirige a mezza costa verso Dornot, passando al punto I, lontano 1054 tese.

Da Dornot, l'acquidotto si dirige verso Ancy, passa dietro questo villaggio e trovasi fra le vigne al punto L, a 700 tese di distanza da I.

Prende quindi la direzione L, M, N ed arriva in O, lontano dal punto L quasi 950 tese.

Seguendo il corso dell'acquidotto dal molino di Gorze, sino al ponte che attraversa la Mozella dopo il punto O, ci sono 6286 tese, distanza sulla quale si trovarono 29 piedi, 5 pollici ed 11 linee di pendio, sicchè il pendio per ogni tesa è con poca differenza di $\frac{1}{3}$ di linea.

Al punto O immediatamente vicino al fianco del ponte, si è scoperto un serbatoio ABCD.

TAVOLA XVIII.

Nel serbatoio ABCD, di cui testè parlammo (fig. 1) di 28 piedi e $\frac{1}{2}$ di lunghezza in opera, su 21 piedi e $\frac{1}{2}$ di larghezza, viene a metter capo l'acquidotto. La parte BED, addossata alla montagna, forma un arco circolare, la cui corda BD è di 21 piedi e $\frac{1}{2}$, e la saetta EF di 7 piedi e $\frac{1}{2}$. La parte opposta AC è quadrata. I muri IG conservati all'altezza di 8 a 9 piedi ne hanno 3 e $\frac{1}{2}$ di grossezza sui lati AB, AC e 3 soltanto nelle altre parti. L'interno di questi muri è in pietrame ordinario, posato a bagno di malta, misto di cemento. Le facce tanto all'interno che all'infuori sono in pietrame lavorato e posato a strati regolari. La faccia dell'interno era rivestita di un mezzo pollice di cemento.

In mezzo al serbatoio è un bacino HIGKL, di 14 piedi di lunghezza su 9 e $\frac{1}{2}$ di larghezza e un piede di profondità. Attorno al bacino regna una banchina larga 6 piedi sulle coste HI, KL, e 9 verso l'imboccatura dell'acquidotto. — Questa banchina, composta di grosse pietre di taglio e rivestita nell'interno del bacino, di mattoni triangolari di 8 a 10 pollici di faccia e di 6 di corda.

In mezzo alla parte circolare del serbatoio trovasi l'imboccatura dell'acquidotto E. La sua altezza sotto volta è in questo luogo di 5 piedi, 8 pollici su tre piedi di larghezza in opera (V. N, fig. 2).

Ad 8 piedi circa di distanza dall'angolo C, trovasi pure l'imboccatura del canale di scarico O, la cui direzione è dalla parte di Ars. La sua altezza sotto volta è di 5 piedi e un pollice su 2 piedi

e 10 pollici di larghezza in opera (V. P, fig. 3); forma col muro OC un angolo di quasi 80 gradi.

Dal lato opposto alla parte circolare del serbatoio, cominciando dalla parte bassa del bacino, s'innalza un muro QR, che dividea la larghezza dell'acquidotto in due parti su tutta la lunghezza del ponte. Le parti di questo muro, che esistono ancora sui fianchi, sono interamente composte di mattoni triangolari, rivestite da due lati da quasi un pollice di cemento e grosse in tutto 18 pollici. — I due canali all'uscir del bacino ABCD non sono assolutamente eguali: quello dalla parte d'Ars ha 2 piedi ed 8 pollici di larghezza in opera: e quello dalla parte d'Ancy, 2 piedi e 4 pollici. La figura 9 rappresenta questa costruzione sur una scala maggiore.

Si presume che il serbatoio fosse coperto da una volta con spigoli in pietra di taglio. Le reni doveano avere almeno 4 piedi di grossezza. L'intradosso era rivestito di uno strato di cemento grosso 3 linee e dipinto a fresco.

La parte superiore era coperta da un tetto formato di tegole di due specie: cioè da tegole antiche, le une piate con bordi rialzati, le altre tonde per coprire le commessure delle prime.

Si trovò in questa parte una specie di zoccolo o di base di colonna sur una faccia della quale vedesi in una nicchia praticata nella grossezza della pietra una figura estremamente rovinata, che credesi rappresentasse una ninfa, perchè poggiante il gomito sur un'urna.

Presumesi che il serbatoio fosse fatto per ricevere, nel bacino praticato nel mezzo, il deposito formato nelle acque e che aveasi cura senza dubbio di trarre di tempo in tempo, perchè le acque passassero più pure, e che questa parte andasse meno soggetta alle riparazioni.

Ciò che rimane di questo ponte dalla parte d'Ars, a ponente della Mosella, è molto più guasto di quanto vedesi all'altra parte del fiume nel villaggio di Jouy. Di fatto a qualche distanza dal serbatoio, trovansi due archi in cattivo stato, un resto di pila a fior di terra, cinque archi rovinatissimi e parecchie vestigia.

(V. il profilo generale, fig. 4).

La parte che rimane a Jouy consiste in 17 archi, di cui i sette primi, cominciando al basso del villaggio, sino alla strada maestra, sono tutti interi tranne qualche piccolo guasto vicino alle imposte. Gli altri son rovinati più o meno a misura che vi s' allontanano: quattro sono passabili, cinque in cattivissimo stato e l'ultimo rotto.

Questo ponte congiungeva due montagne separate da una valle di 560 tese, ed aveva 12 piedi, 10 pollici e 7 linee di pendio: il che dava un po' più di 3 linee per tesa. La parte superiore avea 10 piedi, 10 pollici di larghezza ed era divisa, come abbiamo veduto, da un muro di mattoni triangolari di 18 pollici di grossezza, che regnava su tutta la lunghezza e formava un doppio canale, espressamente per lasciar scorrere le acque nell'uno, mentre faceansi riparazioni nell'altro. Nulla si trovò che potesse far conoscere la disposizione dell'apertura di questo doppio canale.

Tutto l'interno è in pietrame ordinario posto a bagno di malta. Le faccie sono tagliate a squadra, poste a filari regolari e di diverse altezze, gli uni alti 3 pollici, gli altri 4. Tutti gli archi sono della medesima costruzione e nella stessa proporzione. Quello sotto cui si passa a Jouy è di 57 piedi di altezza: ha 17 piedi e $\frac{1}{2}$ al diametro della sua volta e 14 piedi e $\frac{1}{2}$ sur ogni faccia al piede.

L'altezza prodigiosa che avrebber dovuto avere, se non vi fosse stato che un sol ordine, e il poco spazio che avrebbero lasciato pel passaggio delle acque, se fossero stati nella medesima proporzione di quelli che rimangono al basso di Jouy danno a credere che vi fossero in questa parte almeno due ordini, posati gli uni su gli altri come quelli del ponte di Gard. La semplice ispezione delle figure 4 e 5, farà vedere la probabilità di questa congettura.

All'estremità del ponte dalla parte di Jouy, al luogo segnato P su la carta topografica, fu scoperto un secondo serbatoio, fig. 6, della stessa costruzione di quella della estremità opposta, ma di figura diversa; questo è assolutamente circolare e forma una specie di pozzo, il cui diametro in opera è di 12 piedi e mezzo.

I muri A, conservati all'altezza di 9 piedi, ne hanno 3 di grossezza in opera. In mezzo è un bacino B egualmente circolare, il cui diametro è di 6 piedi e mezzo. Intorno a questo bacino corre una banchina larga 3 piedi e alta 4 e 10 pollici. Questa banchina cominciando dal fondo del bacino è in pietra di taglio sino a 4 piedi e 2 pollici d'altezza. Il resto è in muratura ordinaria rivestita d'una cappa di cemento grossa 2 pollici.

Il doppio acquidotto venendo dal ponte mostrasi quasi interamente. Il muro di divisione ha 18 pollici di grossezza e s'inoltra di due piedi e mezzo nell'interno del serbatoio.

Il canale, dalla parte della montagna di San Biagio, ha 2 piedi e 4 pollici di larghezza in opera: quello dalla parte di Metz non ne

ha che 2 e 3 pollici. Il fondo dell' uno e dell' altro è 1 piede e 4 pollici al di sopra del fondo del bacino. La loro altezza sotto volta è di 5 piedi e 6 pollici, e tutti e due sono intonacati al di dentro all' altezza di 2 piedi e mezzo, fig. 8.

Nella parte superiore della banchina, di contro alla imboccatura del doppio canale, se ne vede un altro (F, fig. 6) molto più piccolo, e che non ha che 1 piede e 9 pollici di profondità su 13 pollici di larghezza.

Il fondo e i due lati sono rivestiti di due pollici di cemento. Si suppone fosse destinato a condurre nel bacino le acque di alcune fontane vicine.

Il canale G, fig. 6, che prendeva le acque all' uscita del serbatoio per condurle a Metz, è posto ad eguale distanza dai due precedenti. È alto in questo luogo 5 piedi e 3 pollici sotto volta, su 3 piedi e 2 pollici di larghezza in opera (fig. 7). La parte presa sulla grossezza della banchina è scoperta e non s' innalza al di sopra del fondo del bacino che di 9 pollici.

Di contro al canale vedesi il passaggio H, dal quale discendevasi nel serbatoio: è largo 4 piedi in dentro e 5 in fuori.

Le ragioni che determinarono i Romani a preferire la forma circolare nella costruzione di questo secondo serbatoio son subito comprese. È a presumersi che l'acquidotto dovendo formare a questo punto un angolo retto per prendere il suo corso verso Metz, vi abbiano praticato una specie di pozzo, perchè le acque vi potessero girare e prendere poi più facilmente la loro direzione.

Partendo da questo serbatoio, il primo luogo in cui l'acquidotto fu ritrovato è al punto Q, d' onde segue la direzione RS — TV, passando dinanzi alla chiesa di San Privast, e seguendo poscia esattamente il cammino che conduce a Metz.

La lunghezza totale dell'acquidotto, cominciando dal molino di Gorze sino al punto d'arrivo è di 11373 tese, cioè di 4 leghe e mezzo comuni di Francia; ha dunque 68 piedi, 5 pollici ed 8 linee di pendio il che dà sul totale un pendio di quasi $\frac{1}{2}$ di linea per tesa.

A Sant'Arnoldo l'acquidotto forse continuava sulla sommità della collina ove fu poi costruita la cittadella, e là eravi un serbatoio nel quale faceasi la distribuzione delle acque all' uso romano; cioè una parte per le fontane della città, un' altra pei bagni pubblici e per la naumachia; una terza per le case dei particolari che pagavano una certa retribuzione per la manutenzione dei canali.

Lebrun professore di matematiche della scuola d'artiglieria, ingegnere della città di Metz, e membro dell'Accademia reale delle scienze ed arti della stessa città, istituì nel 20 dicembre del 1767, tre esperienze per conoscere la velocità delle acque delle sorgenti di *Bouillons* al di sopra di Gorze, di quella della caduta di Saint-Blin e delle due di Parfond-Val, tutte raccolte nel canale di Gorze a Santa Caterina.

Colla prima ebbe la velocità della corrente di 24 tese, 3 piedi e 3 pollici al minuto.

Colla seconda di 28 tese, 2 piedi e 2 pollici.

Colla terza di 25 tese, 2 piedi e 7 pollici, il che forma un totale di 78 tese e 2 piedi, il cui terzo, per una velocità media, è di 26 tese e 8 pollici al minuto.

La superficie media dei quattro profili sul canale, è di 6 piedi e $\frac{4}{5}$ quadrati, che moltiplicata per 156 piedi, 8 pollici di velocità media, dà 1067 piedi $\frac{1}{4}$ cubici, pel volume d'acqua di questo canale al minuto.

Nell'ottobre 1757, Lebrun avea già istituite somiglianti esperienze, nelle quali trovò che lo stesso canale non avea dato che 684 piedi cubici il minuto. Ma osservò che le acque erano considerevolmente diminuite per l'arsura della precedente estate, e fu assicurato che mai non s'erano vedute sì basse.

Presa una media tra quest'ultima quantità e l'altra del 20 dicembre 1767, si troveranno 875 piedi $\frac{1}{4}$ cubici d'acqua, condotti a Metz, al minuto: il che era, come vedesi, più che sufficiente per soddisfare ai bisogni dei Romani.

TAVOLA XIX.

Rappresenta l'acquidotto di Burgos vicino a Costantinopoli. figura 1.

La fig. 2, due archi, l'uno sovrapposto all'altro dell'acquidotto in scala maggiore, di cui la fig. 3 rappresenta la pianta dell'inferiore, la fig. 4 del superiore, al livello del passaggio, praticato nella grossezza delle pile, e le fig. 5 dà lo spaccato dell'acquidotto preso nel mezzo degli archi, la figura 6 quello preso sul dritto delle pile.

La fig. 7 rappresenta il disegno prospettico dell'acquidotto di Caserta.

TAVOLA XX.

Le figure di questa tavola rappresentano i dettagli dell'acquidotto di Caserta. La prima è la pianta del primo ordine d'archi al pianterreno.

Fig. 2. Pianta all'altezza del secondo ordine. Vi si vede il passaggio praticato nella grossezza delle pile.

Fig. 3. Pianta all'altezza del terzo ordine d'archi. Vi si vede purr il passaggio praticato a questa altezza.

Fig. 4. Alzato d'una parte dell'acquidotto, al luogo della massima altezza.

Fig. 5. Spaccato preso nel mezzo degli archi da questa parte: B canale nel quale l'acqua scorre alla scoperta.

Fig. 6. Parte d'alzato sur una scala maggiore, per mostrar l'apparecchio in costruzioni di mattoni e di piccoli tufi.

TAVOLA XXI.

Acquidotto di Mompelleri.

Acquidotto di Civitavecchia.

TAVOLA XXII.

Acquidotto di Spoleto.

TAVOLA XXIII.

Acquidotto costruito dal principe di Biscari in Sicilia.

TAVOLA XXIV.

Rappresenta il corso dell'acquidotto d'Arcueil da Rungis sino al suo arrivo all'Osservatorio.

TAVOLA XXV.

Rappresenta il ponte acquidotto detto propriamente d'Arcueil, e che attraversa la valle posta tra questo villaggio e quello di Cachan.

Fig. 1. Alzato della parte di mezzo di queste costruzioni forata da sei grandi archi di 24 piedi d'apertura, e l'altezza della quale varia in ragione dei movimenti del terreno.

Fig. 2. Pianta dell'acquidotto al livello del terreno.

Fig. 3. Pianta al livello del canale in cui l'acqua scorre.

Fig. 4. Profilo sul mezzo degli archi.

Si nota in questo profilo che il canale nel quale scorrono le acque trovasi esattamente nel mezzo, e che da ogni parte del canale v'ha una banchina per porvi i piedi quando si vuol percorrerlo.

Tale disposizione, che data dal principio della costruzione, sendo stata riconosciuta incomodissima, si è preso il partito nelle riparazioni pochi anni sono eseguite, di fare una banchina più larga da una sola parte, come vedesi dal profilo 5, disegnato sur una scala maggiore, che lasciò campo di indicare i dettagli di costruzione della volta, coperta da lastre e formante un tetto a due pioventi.

TAVOLA XXVI.

Rappresenta il corso dell'acquidotto di Maintenon, dalla presa d'acqua al ponte Gouin, sino a Versailles.

Siccome questo progetto è una delle più grandi intraprese del regno di Luigi XIV, e la sua esecuzione avrebbe eguagliato quanto i Romani hanno eseguito di più splendido in questo genere, pensai che volentieri vedrebbeasi tutta l'estensione del ponte acquidotto che avrebbe attraversato la valle di Maintenon.

TAVOLE XXVII e XXVIII.

Rappresentano questo ponte acquidotto dettagliatamente e per parti, le quali commesse tra loro danno per la lunghezza di esso

come già abbiamo notato, quasi 2,300 tese o sia una lega ed $\frac{1}{8}$ di posta: le lettere A, B, C, D, E poste al principio ed alla fine di ogni pezzo, si corrispondono e indicano l'ordine nel quale questi pezzi devono essere riuniti. Le parti a linea incerta indicano le costruzioni del 1688.

TAVOLA XXIX.

Vi sono rappresentate le particolarità della costruzione tal quale fu eseguita per l'ordine inferiore d'archi, il solo innalzatosi nella valle di Maintenon, in fondo al quale scorre l'Eure, e tal quale fu progettato per la parte superiore.

Fig. 1. Alzato del ponte acquidotto quale dovea essere nella parte più profonda della volta.

Fu eseguita soltanto la prima fila d'archi: si è notato altrove come rimanesse ancora nel 1820 una parte di questi archi, che van deperendo ogni giorno, sì che è a temersi che quanto prima più non ne rimangano vestigia. Le parti degli angoli delle pile e dei contraforti sono costrutte in pietre di taglio di grande apparecchio: le intermedie sono in forti pietrami: gli archi delle volte sono pure di pietra di taglio, con in mezzo pietrami: alcuni archi stan da sè, o perchè le parti interne non siano terminate o perchè siano cadute.

Fig. 2. Spaccato o profilo sulla metà degli archi. Vedesi che le acque sarebbero colate alla scoperta nell'alto dell'acquidotto.

Fig. 3, 4, 5 e 6. Piante a diverse altezze.

FINE.

TAVOLA DELLE MATERIE

CONTENUTE

NELLA DESCRIZIONE

DEI PRINCIPALI ACQUIDOTTI

PREFAZIONE pag. v

NOZIONI PRELIMINARI

ARTICOLO I.

Degli acquidotti in generale " 3

ARTICOLO II.

Misure adoperate da Frontino	" 4
Del piede romano e sue suddivisioni	" 5
Del quinario	" lvi
Altre frazioni dell'unità, non aliquote	" 7
Ricerca sul quinario che serviva d'unità per la misura delle acque ai tempi di Frontino, e sui suoi rapporti coll'oncia d'acqua attuale di Roma e l'pollice d'acqua di Parigi	" 9
Misure di capacità degli antichi Romani	" 11
Osservazioni	" 12
Prima Tavola — delle dimensioni dei prodotti dei 15 moduli descritti da Frontino. .	" 11
Seconda Tavola — indicante la quantità d'acqua somministrate a Roma dai nove acquidotti descritti da Frontino	" 16

ARTICOLO III.

Valore delle monete degli antichi Romani paragonate alle nostre. — Moneta di rame. .	" 17
Moneta d'argento	" 18
Moneta d'oro	" 19
Osservazioni	" 20
Tavole — del valore delle principali monete romane ad epoche diverse, cioè dalla loro origine fino al regno di Costantino, prendendo per base quella della moneta di rame attuale	" 21
Sestertio	" lvi
Osservazione	" 25
Tavola — delle monete di Francia col loro peso in grai e gramme e il loro valore in lire, soldi e denari ed in franchi e centesimi	" 26

APPENDICE

ALLE OPERE DI SESTO GIULIO FRONTINO.

ARTICOLO I.

Sui tre acquidotti di Roma restaurati dai Papi, che somministrano ora le acque indicate sotto i nomi d'acqua Vergine, d'acqua Felice e d'acqua Paola.

§ 1. Dell'acqua Vergine (Aqua Virgo)	pag. 27
§ 2. Dell'acqua Felice	29
§ 3. Dell'acqua Paola	30
Osservazione	31

ARTICOLO II.

Di alcuni principali acquidotti costrutti fuori di Roma dagli antichi Romani.

§ 1. Acquidotto di Nimes :	" 33
§ 2. Ponte di Gard	" 35

ARTICOLO III.

Antichi acquidotti di Lione " 40

§ 1. Descrizione dell'acquidotto del monte Pila, estratta da una Memoria del signor Delorme	" 41
---	------

ARTICOLO IV.

Costruzione degli antichi acquidotti di Lione	" 46
Prodotto presunto	" 48
Altra applicazione	" 49
§ 1. Serbatoio di cacciata e di fuga di Bouman e di Sant'Ireneo	" ivi
§ 2. Serbatoio di casa Angelica	" 50
§ 3. Acquidotto antico di Metz	" 51
§ 4. Acquidotto di Bourgas, vicino a Costantinopoli	" 52

ARTICOLO V.

Principali acquidotti moderni d'Italia e di Francia.

§ 1. Acquidotto di Caserta	" 53
§ 2. Ponte acquidotto di Castellana	" 55

TAVOLA DELLE MATERIE

139

§ 3. Acquidotto di Mompellieri	pag. 55
§ 4. Acquidotto di Spoleto	ivi
§ 5. Acquidotto del principe di Biscari	56
§ 6. Acquidotto d'Areosil	ivi
§ 7. Acquidotto di Mainteoo	59

Leggi o costituzioni imperiali intorno agli acquidotti romani	65
Decreti del senato sugli acquidotti romani	74

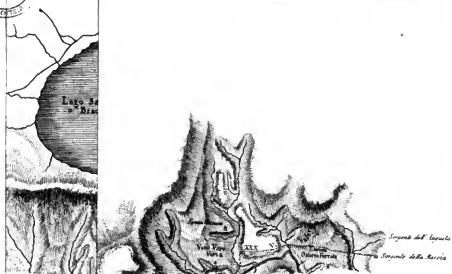
SUNTO IDRAULICO

Dell'acqua	83
Effetti della pressione dell'aria sull'acqua	ivi
Del Sifone	84
Velocità con cui l'acqua passa da un vase cilindrico in un altro di minor diametro.	85
Moto dell'acqua	ivi
Teoria della caduta dei gravi	85
Dell'attrito	87
Osservazioni sulle cause della diminuzione della velocità delle acque correnti	88
Quadro comparativo — dei prodotti teoretici ed effettivi d'un tubo addizionale d'un pollice di diametro su 2 di lunghezza sotto la pressione di 2 sino a 15 piedi.	90
Tavola — dei risultamenti delle esperienze istituite a Roma nel 1809, dai signori Mallet e Vici, e verificate dal signor Prony, per empirie un serbatoio, la cui capacità era di 6 palmi, once 10 e 3/5, oppure 12894 once cubiche, coi diversi moduli servienti alla distribuzione delle acque	92
Del movimento dell'acqua nei tubi di condotta e nei canali	95
Tavola I. — Per le esperienze istituite dall'abate Bussut, onde giungere a conoscere la diminuzione della velocità dell'acqua nei tubi di condotto, in ragione di loro lunghezza	96
II. — <i>idem</i>	97
III. — <i>idem</i>	98
IV. — <i>idem</i>	99
Applicazioni alle esperienze istituite su parecchi condotti d'acqua di Versailles riportate dal signor Couplet figlio, nella Memoria dell'Accademia delle Scienze del 1732	100
Tavola comparativa — delle esperienze istituite dal signor Couplet sui condotti delle acque di Versailles e dei risultamenti dell'applicazione della formula proposta a queste esperienze	103
Dei getti d'acqua	104

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

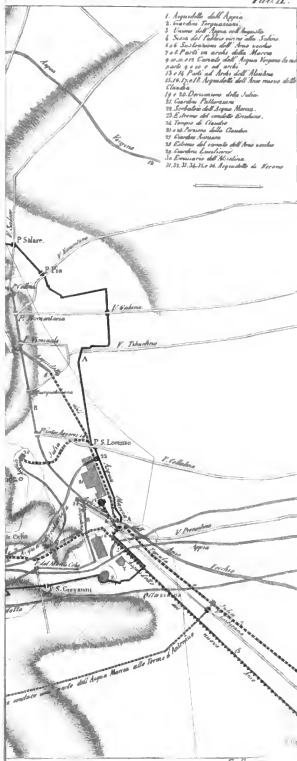
Tavola I.	109
II.	ivi
III.	ivi
IV.	110
V.	111
VI.	113





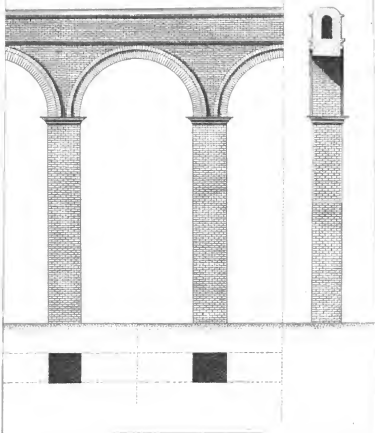
2000





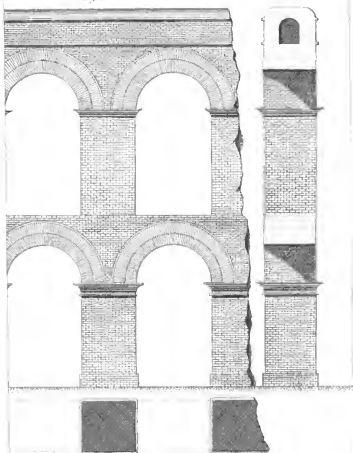
Parte degli archi acconciati per l'acqua Claudia

Fig. 2



G. Boringhio inv.

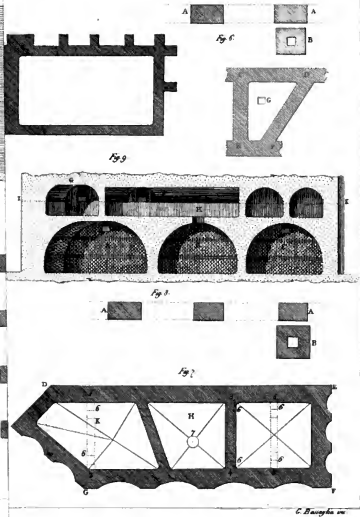
Fig. 2



C. Bawagham inc



Tav. V.



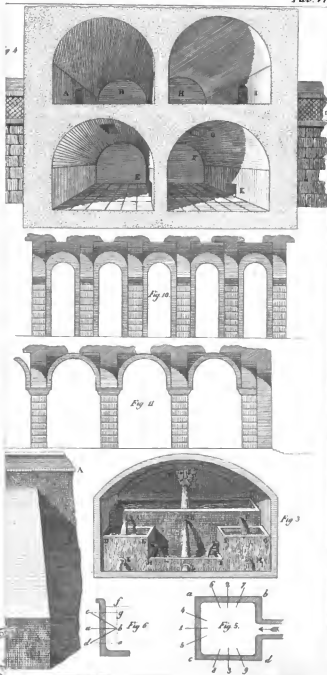




Fig 1



Fig 2

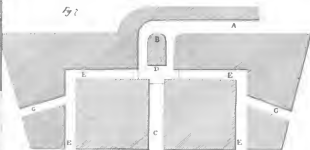


Fig 2



Fig 2



Fig 2

Fig 3



Fig 3



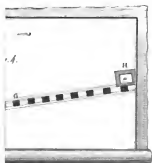
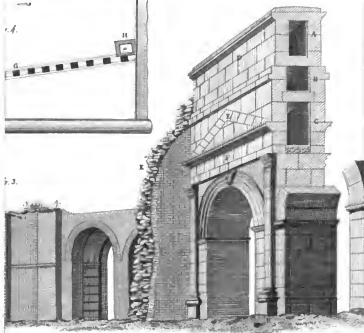
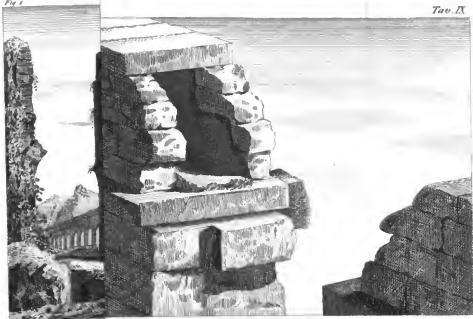


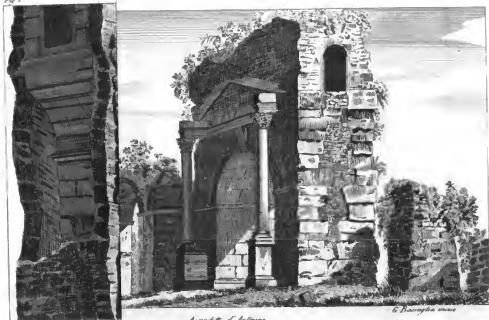
Fig. 3.



G. Biondini sc.

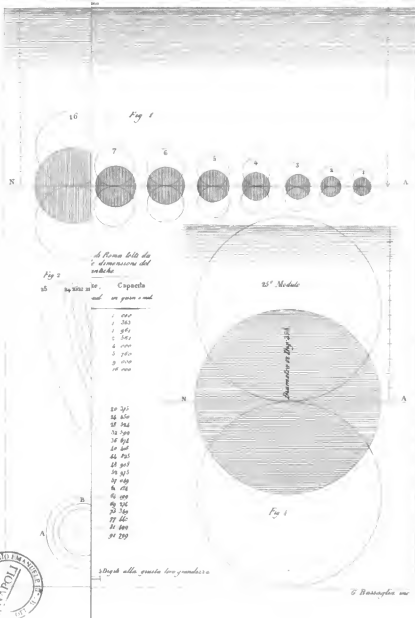


Frammenti dell'Aquedotto dell'Anco Varrone



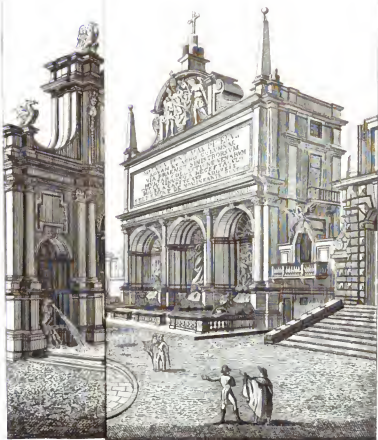
Aquedotto d'Aniene

di Pierluigi Rossi





Tav. XI.

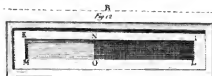
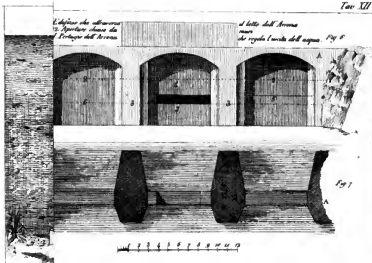


Fontana di Mosè e acqua Felice.

G. Bascaglia del.

L'edifizio che attraversa
lo Spionale dove sta
l'Arco del Arco

il letto dell' Arco
mar
che regola l'uscita dell'acqua. Fig. 6



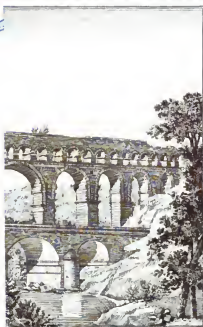


Fig. 3

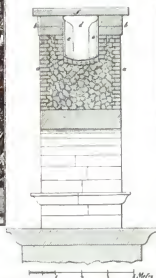


Fig. 5

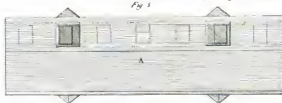


Fig. 6



6. D'après l'original

*Dell'arte di costruzione degli antichi acquedotti di Leone fuori della porta
di S. Irenoe*

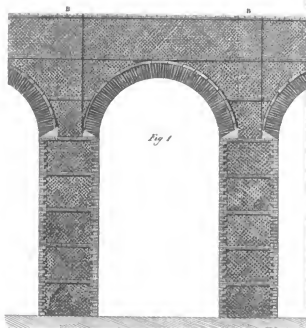


Fig. 1



Fig. 2



in Pressaglia 1871

Fig 4

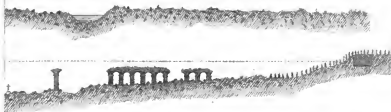
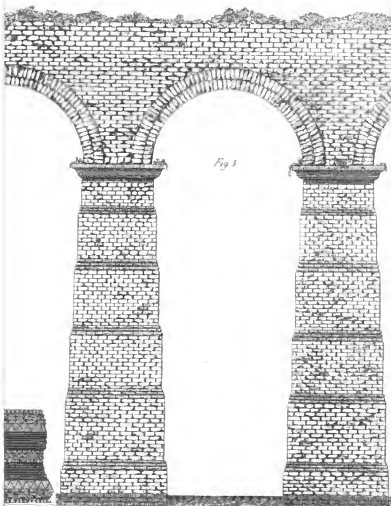


Fig 5



G. Dasonglia var.



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 2

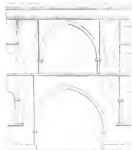
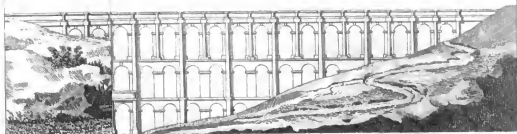
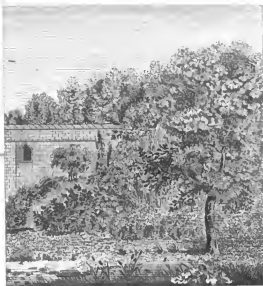
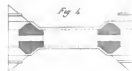


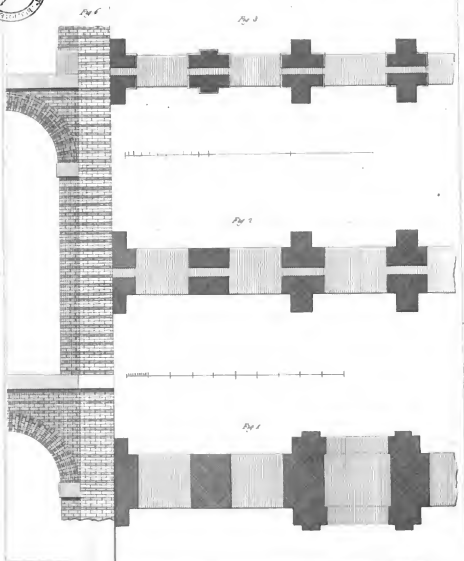
Fig. 3



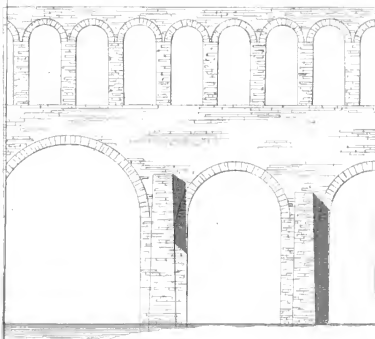
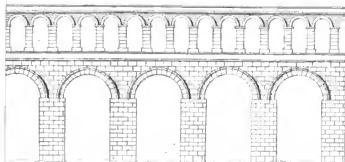
Fig. 4

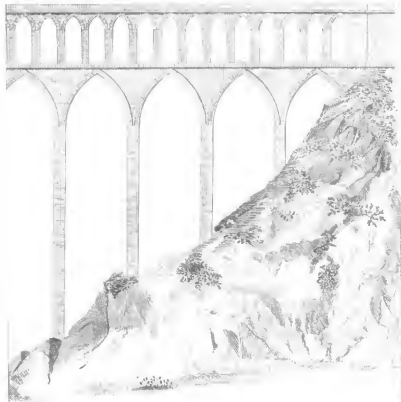


Giovanni Battista Piranesi.



G. Battaglia inv.

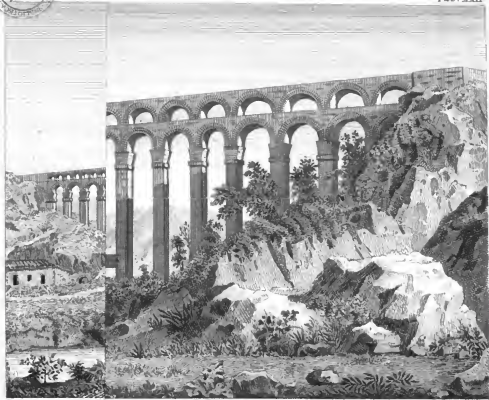


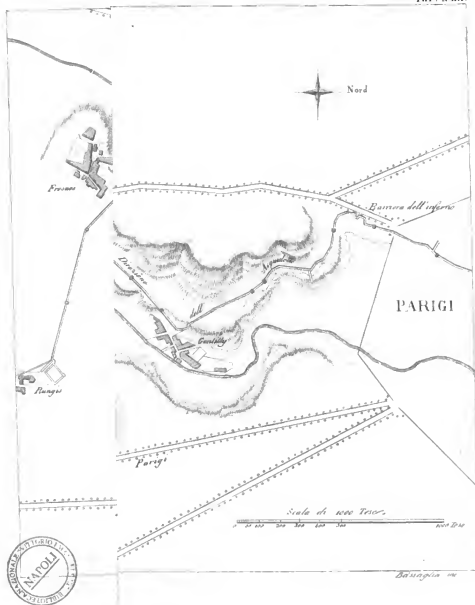


G. B. 1791



Tav. XIII





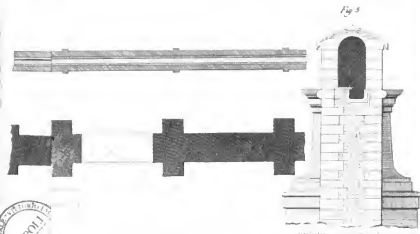
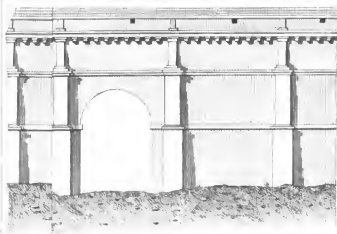
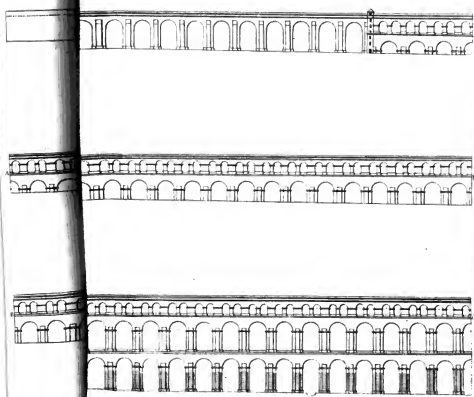


Fig. 5



C. Borghesi inv.

del primo ordine antico



G. Bascaglia sculp.

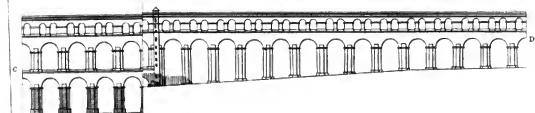
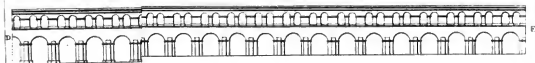


Fig 6
Canale dell' Aquidotto

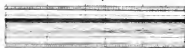


Fig 5



Fig 4

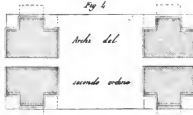
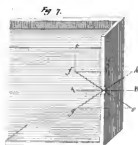
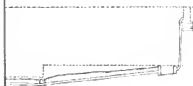


Fig 3





Capitolo XXXVIII. etc.

